الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم تعويضات الأسنان الثابتة

مقارنة الانطباق الحفافي لأنواع مختلفة من الخزف الكتفي في الترميمات الخزفية المعدنية

(دراسة مخبرية)

Comparison of marginal fit of different types of shoulder porcelain in metal-ceramic restorations
(in vitro)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير
في كلية طب الأسنان في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد

نشأت شهير منديلي

إشراف

الأستاذ الدكتور

فندي الشعراني

1430هـ/2009 م

بسم الله الرَّحمن الرَّحيم

﴿وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْماً﴾

صدق الله العظيم

سورة طه

الآية 114

قائمة المحتويات

قائمة بالأشكال المرافقة

قائمة بالجداول التوضيحية

قائمة بالمخططات التوضيحية

الملخّص

المقدمة والهدف من البحث:

اتّسع استخدام الترميمات الخزفية المعدنية ذات الحواف البورسلينية الدهليزية في الآونة الأخيرة كبديل عن الحواف المعدنية لهذه الترميمات، وذلك لقدرتها على تأمين الجانب التجميلي المطلوب خصوصاً في منطقة الحواف العنقية، الأمر الذي عجزت عن تحقيقه الترميمات الخزفية المعدنية التقليدية.

تبقى مسألة انطباق هذه الحواف معياراً مهّماً يجب تحقيقه وفق أعلى المقاييس لضمان نجاح هذه الترميمات على المدى البعيد.

يهدف هذا البحث إلى مقارنة انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية المُصنَّعة من البورسلين الفلدسباري التقليدي VMK95، وبورسلين VitaVM13 ذو البنية الدقيقة، والبورسلين الزجاجي المعدني IPS d.SIGN، ومقارنة هذا الانطباق مع انطباق السوار المعدني دقيق الحافّة.

مواد البحث وطرائقه:

حُضِّرت ثّنية علوّية أكريلّية لاستقبال تاج خزفي معدني وصُبَّت بخليطة نيكل-كروم لتمُثّل التوأم الرئيسي، حيث أُخِذَت له 60 طبعة مطّاطية، ثّم أُجريت الأعمال المخبرية الروتينية، وقد قُصِّرت حواف االقلنسوة المعدنية عمودياً مسافة 1 ملم في الجهة التي ستستقبل الحواف البورسلينية، بينما أُنهِيَت على شكل سوار معدني دقيق الحافّة (في المجموعة الشاهدة).

قُسِّمت عّينة البحث إلى أربع مجموعات متساوية في الحجم؛ حيث تألّفت كل مجموعة من 15 تاج خزفي معدني موزّعة على الشكل الآتي:

مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة (الشاهدة)، مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VMK95)، مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN)، مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13).

بُنِيت الحواف البورسلينية بطريقة التطبيق المباشر (على مرحلتين) حسب توصيات الشركة المُصنِّعة لكل نوع من أنواع البورسلين، وبعد الانتهاء من بناء التاج للشكل النهائي (للتحقّق من انطباق الحواف على التوأم الرئيسي عيانياً)، أصبحت التيجان جاهزة لإجراء القياسات بواسطة المجهر الضوئي (درجة تكبير 100مرة) وذلك على مرحلتين؛ ففي المرحلة الأولى قيست مسافة الفرجة الحفافية عند 25 نقطة موزّعة بشكل عشوائي على امتداد الحافّة المدروسة، وذلك بعد

تثبيت كل تاج على التوأم الرئيسي بواسطة جهاز التثبيت بالبرغي، وتّم حساب المتوّسط الحسابي لقيم الفرجة الحفافية عند هذه النقاط الـ25 لكل تاج.

أمّا في المرحلة الثانية؛ فقد تّم قياس مسافة الفرجة على المقاطع الطولّية مع أخذ تدوُّر الحواف الخارجية التيجان بعين الاعتبار، حيث أُلصق كل تاج على توأمه الجبسي بطلي الحواف الخارجية (اللسانية) براتنج السيانوأكريلات بعد تثبيته بواسطة جهاز التثبيت بالبرغي، بعد ذلك غُمِر بالأكريل وقُصَّ طولّياً لدراسة الفرجة الحفافية.

أُجرِيت الدراسة الإحصائية للنتائج باستخدام اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق بين المجموعات في كل مرحلة من مرحلتي القياس، ثم أُجري اختبار Benferroni للمقارنة الثنائية بين متوّسطات المتغّيرات المدروسة، وأُجري اختبار T ستيودنت للعّينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوّسط مسافة الفرجة الحفافية بين مجموعة القياسات التي أُجرِيت قبل القص وتلك التي أُجرِيت بعد القص في كل مجموعة من المجموعات المدروسة على حدة.

النتائج:

لم تظهر فروق جوهرية في متوّسط مسافة الفرجة الحفافية بين المجموعات المدروسة قبل القص عند مستوى الثقة 95%، بينما أظهرالسوار المعدني دقيق الحافّة فرجة حفافية أصغر وبشكل جوهري مقارنة بمجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) عند دراستها بعد القص، ولم تكن الفروق جوهرية في متوّسط مسافةالفرجة الحفافية بين مجموعات الحافّة البورسلينية.

كما أظهرت نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة عند مستوى الثقة 95% عدم وجود فروق دالّة في متوّسط مسافة الفرجة الحفافية بين مجموعة القياسات التي أجريت قبل القص وبعده في المجموعة الشاهدة، بينما أظهرت كل مجموعات الحافّة البورسلينية فرجة حفافية أصغر وبشكل جوهري عند قياسها قبل القص.

الاستنتاجات:

يُظهر بورسلين IPS d.SIGN أفضل انطباق حفافي مقارنة بالنوعين الآخرين من البورسلين الكتفي، على الرغم من أنّ الفروق بينها ليست جوهرية، وتُظهر جميع أنواع البورسلين الكتفي المدروسة تدوُّراً واضحاً في حوافها الخارجية، كما أنّ انطباق الحواف البورسلينية الأكثر سماكة أفضل منه في الحواف الأقل سماكة، ولم يكن هذا الانطباق متجانساً على امتداد الكتف.

وعند مقارنتها مع السوار المعدني دقيق الحافّة لم تظهر فروق جوهرية عند دراسة الفرجة الحفافية على امتداد الكتف (قبل القص)، بينما تفوّق السوار المعدني دقيق الحافّة بانطباقه على بورسلين VitaVm13 الكتفي وبفارق جوهري عند أخذ تدوُّر الحواف بعين الاعتبار (بعد القص).

يمكن الحصول على انطباق حفافي مقبول سريرياً للسوار المعدني دقيق الحافّة والحواف البورسلينية المُصنَّعة بطريقة التطبيق المباشر باستخدام أيّ نوع من أنواع البورسلين المدروسة.

Abstract

Background:

The metal ceramic restorations with porcelain facial margin have become a popular variation of the traditional porcelain fused to metal restorations, because of its ability in providing aesthetic demands especially in the region of labial cervical margins.

Fit of these margins is an important parameter that must be achieved through high standard levels for its long term success.

This study compared the marginal accuracy of porcelain shoulder margin in metal ceramic restorations that is fabricated using VMK95 conventional feldspathic porcelain, IPS d.SIGN glass ceramic and VitaVM13 fine structure ceramic, and compared it with the fit of feather edge metal margin.

Material and Methods:

A master preparation was made on an Ivorine maxillary central incisor, which is then duplicated in a nickel-chrome alloy to form a master die, 60 silicone impressions were made for the master die followed by routine lab work, the margin of the metal framework were reduced 1 mellimeter vertically in the area where the porcelain shoulder will be applied in 45 samples, whereas it was finished to form feather edge metal margin in 15 sample (control).

Samples were divided into 4 groups; each had 15 metal ceramic crowns as following: feather edge metal margin (control), porcelain shoulder margin (VMK95), porcelain shoulder margin (IPS d.SIGN), and porcelain shoulder margin (VitaVM13).

Porcelain butt margin was built using direct lift technique (two applications) following manufacturer instructions, crown then built to the final contour and fit was examined visually on the master die, then measurements done using light microscope (X100) at two different stages.

First stage included measurement of the marginal gap at 25 points distributed randomly along the studied margin for each crown which was fixed to the master die using screw loaded device, at second stage; marginal opening was measured on longitudinal cross sections, taking rounding of external margins into account, the crowns were luted to their respective dies by coating external margins (lingual) with cyanoacrylate resin after fixing them with aid of screw loaded device, then embedded in a clear acrylic resin and sectioned longitudinally.

Statistical analysis were done using ANOVA one way analysis of variance to investigate the significance of differences in mean marginal gap among groups at each stage of study, then Benferroni test was performed for dual comparison between studied variables, T student test for linked samples was also performed to investigate the significance of variances in mean marginal gap which recorded before sectioning and those recorded after sectioning for each group.

Results:

Before sectioning, no significant difference ($p>0.05$) was found in mean marginal gap among groups, whereas feather edge metal margins were significantly more closed ($p<0.05$) than porcelain margins (VitaVM13) when measured after sectioning. There were no significant difference ($p>0.05$) among porcelain shoulder margin groups.
No significant difference ($p>0.05$) was found in mean marginal gap of feather edge metal margin before and after sectioning, in contrast, the mean marginal gap before sectioning was significantly smaller in each group of the porcelain shoulder margin.

Conclusions:

IPS d.SIGN Shoulder porcelain had better marginal fit than other two types of shoulder porcelain, although the difference was not significant. All types of the invistigated shoulder porcelain showed rounding in their external margins. The thinner portion of porcelain margin demonstrated greater marginal gap than the thicker one, and it demonstrated a nonuniform fit along the shoulder margin.
When compared with metal feather edge; there was no significant difference in fit between them along the shoulder margin (before sectioning), whereas the metal margin demonstrated significantly better fit than VitaVM13 shoulder porcelain when studied on cross sections (taking rounding of margins into account).
Clinically acceptable adaptation can be achieved with feather edge margin and porcelain shoulder margin fabricated using direct lift technique and porcelain shoulder investigated in this study.

تصريح

لا يوجد أيّ جزء من هذه الأطروحة تّم أخذه بالكامل من عمل آخر، أو أُنجِز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة، أو في أّية جامعة أخرى، أو أيّ معهد تعليميّ.

الإهداء

إلى نبع العطاء والحنان....

إلى من تعجز الكلمات عن شكرهما، وينبض القلب بحّبهما

والدتي ووالدي

إلى منكان سنداً قوياً لي....

إلى من وقف بجانبي في رحلة عمري

إخوتي

إلى من أنار دربي بالعلم ومهدّ الطريق إليه....

إلى بستان المعرفة المزهر

أساتذتي

إلى من بهم تكتمل سعادتي، وأشدّ بهم عضدي

أصدقائي

إلى كلّطالب علم ومعلّم

كلمة شكر

بعد توفيق الله لإنجاز هذا البحث ، لا بدّ لي من أن أتقدّم بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من ساعدني في اتمامه، وأخصّ بالشكر الأستاذ الدكتور **فندي الشعراني،** الأستاذ في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في جامعة دمشق، الذي تفضّل بالإشراف على هذا البحث، ومنحني من وقته وجهده الكثير، وزوّدني من علمه الغزير ونصائحه وتوجيهاته الغنّية، وقد ساعدني على تجاوز كلّ العقبات، وكان بحقّ مربّياً فاضلاً ومعلّماً قديراً ، فله منّي كل المحبّة والاحترام والتقدير.

وأتوجّه بالشكر إلى عضو لجنة الحكم الدكتور **جاد الكريم قدّور** المدّرس في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلّية طب الأسنان في جامعة حلب، الذي تكرّم بقبول المشاركة في لجنة الحكم على هذا البحث، وتحمّل عناء السفر بهدف تشجيع البحث العلمي، فله منّي كل الشكر والتقدير.

كما أتوجّه بالشكر إلى عضو لجنة الحكم الدكتور **محّمد لؤي مراد** المدّرس في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلّية طب الأسنان بجامعة دمشق لتفضّله بقبول تقويم هذا البحث وأن يكون عضواً في لجنة الحكم عليه، فله منّي كل الشكر والتقدير.

وأتوجه بالشكر والاحترام والتقدير للأستاذ الدكتور **عمر العادل** رئيس قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلّية طب الأسنان بجامعة دمشق، الذي لم يأل جهداً في سبيل رفع مستوى البحث العلمي.

وأشكر الأستاذ المساعد الدكتور **إياد سويد** والأستاذ المساعد الدكتورة **ميرزا علاّف** والدكتور **فيصل سبيعي** لما قدّموه لي من مساعدة في سبيل إنجاز هذا البحث، كذلك أشكر جميع أعضاء قسم تعويضات الأسنان الثابتة بجامعة دمشق الكرام اللذين لم يبخلوا بتقديم المساعدة والدعم لإنجاز هذا البحث.

وأتقدّم بالشكر الجزيل للأستاذ الدكتور **رشدي النّجار** والدكتور **خليل عزيمة** من كلّية الهندسة الميكانيكية لمساعدتي في إنجاز الدراسة المجهريّة بدقّة وإتقان.

وكل الشكر والتقدير لإدارة كلّية طب الأسنان ممثّلة بالأستاذ الدكتور **محّمد اليوسف** عميد الكلّية، والأستاذ الدكتور **محّمد التيناوي** نائب عميد الكلّية للشؤون العلمية، والأستاذ الدكتور

محّمد سالم ركاب نائب عميد الكلّية للشؤون الإدارية، لما قّدموه من تسهيلات ومساعدات من أجل إنجاز هذا البحث.

وأتقّدم بالشكر لأسرة المخبر الطّبي السّني مُمَثّلة بالتقني السّيد **طالب الأحمد**، وللأستاذ **عبد الرحمن نجيب** الذي ساعدني في إنجاز الدراسة الإحصائية بإتقان، وأشكر الأخ الصديق **محّمد بشر أباظة** الذي قام بتدقيق الأطروحةلغوياً .

وكل الشكر والتقدير لكل من قّدم لي العون والمساعدة في إنجاز هذا البحث وفاتني أن أذكر اسمه.

الباب الأوّل

المقدّمة

Introduction

تُعتبر الترميمات الخزفية المعدنية واحدة من أكثر الترميمات المستخدمة في طب الأسنان، وقد أُجري العديد من الأبحاث العلمية والتجارب السريرية أدّت إلى تقدّم ملحوظ في المواد والتقنيات المستخدمة لتصنيعها، وكانت النتيجة التوصّل إلى ترميمات ذات متانة عالية وخصائص تجميلية مميّزة كان من المستحيل تحقيقها في الفترات الماضية.

لقد اتّسع استخدام الترميمات الخزفية المعدنية ذات الحواف البورسلينية في الآونة الأخيرة، ويرجع ذلك إلى قدرتها على تأمين الناحية التجميلية المطلوبة خصوصاً في المنطقة العنقية من السن مع المحافظة على متانة الترميمات الخزفية المعدنية التقليدية.

كما أنّ تطّور تقنيات تصنيع الحافّة البورسلينية مخبريّاً وتبسيطها، بالإضافة إلى تطوير بورسلين كتفي خاص لبناء هذه الحافّة ساعد على اتّساع انتشارها.

يُبدي البورسلين السّني بعض التقلّص نتيجة الخبز، الأمر الذي أثار ارتياب بعض أطّباء الأسنان حول دقّة انطباق هذه الحواف عند مقارنتها بالحواف المعدنية التقليدية، ودفعهم للبحث عن مادّة بورسلينية تكون درجة تقلّصها ضمن الحدود الدنيا بهدف الوصول إلى انطباق حفافي يضاهي انطباق الحواف المعدنية، فلا تخفى أهّمية الانطباق الحفافي للترميم، ودوره المهم في التقليل من معدّل انحلال اسمنت الالصاق بسوائل الفم، وبالتالي التقليل من فرصة حدوث نكس نخر أو أذّية النسج الداعمة، ويمكن القول أن فشل أو نجاح أيّ ترميم على المدى البعيد مرتبط بشكل مباشر بدقّة انطباق حوافه.

الباب الثاني

المراجعة النظرية

Literature Review

2-1 الخزف السنّي
Dental ceramics

بحث أطّباء الأسنان لسنوات طويلة عن مادة الترميم المثالية، وعلى الرغم من نجاح المواد الترميمية المباشرة كالأملغم والكومبوزيت والإسمنتات إلاّ أّنها ليست المواد المثالية للأسنان واسعة التهدّم أو لصناعة جسور ثابتة؛ حيث يجب أن تمتلك مادّة الترميم القدرة على المحافظة على سطحها وخصائصها التجميلية لفترة طويلة من الزّمن، لهذا تميّز الخزف السّني بتقّبله الحيوي وثبات لونه ومقاومته للسحل على المدى البعيد.[5]

يشير مصطلح ceramic إلى الخزف، وقد اشتق هذا المصطلح من الكلمة اليونانية " keramos " وتعني فن صناعة الخزف.

أّما مصطلح بورسلين porcelain فهو مشتق من كلمة " porcelino " الإيطالية وتعني قشرة الصدف، وأّول من أطلق هذا المصطلح هو ماركوبولو في القرن الثالث عشر عندما استخدمه لوصف البورسلين الصيني خلال رحلته إلى الصين.[50]

2-1-1 تعريف الخزف السني Definition of dental ceramic:

هو مركّب غير عضوي له خصائص تختلف عن المعادن، ويتكون بشكل أساسي من الأكسجين وعنصر أو أكثر من المعادن أو أشباه المعادن semimetals (مثل الألمنيوم، الكالسيوم، الليثيوم، السيليسيوم، الصوديوم، التيتانيوم، الزيركونيوم) بحيث يتم إعداده ليشكّل جزء من التعويض السّني أو كامله.[5]

يبدي الخزف السني خصائص كيميائية وميكانيكية وفيزيائية وحرارية تميّزه عن المواد الأخرى المستخدمة في طب الأسنان كالأكريل والمعادن، فهو لا يتفاعل مع معظم السوائل أو الغازات أو القلويات والأحماض، كما يتميّز بثبات خصائصه على المدى البعيد، وهو مادة قصفة يمكن كسره عند لّيه أو عند تسخينه وتبريده بسرعة.[5]

يشمل الخزف السني الزجاج، البورسلين، الخزف الزجاجي، الخزف عالي المحتوى من البلّورات.[5]

2-1-2 البورسلين السنّي Dental porcelain:

وهو نوعمن أنواع الخزف يتألّف من طور زجاجي غير منتظم الشكل ذو بنية مسامية، وطور أو أكثر من البلّورات.[5]

1-2-1-2 لمحة تاريخية Historical background:

يعود استخدام البورسلين في طب الأسنان إلى منتصف القرن الثامن عشر حين استخدمه الصيدلاني الفرنسي Duchateau لصنع جهاز كامل، ثم قام طبيب الأسنان Dechemant في عام 1789 بإدخال التحسينات على محتواه.[5]

في عام 1808 قام طبيب الأسنان الإيطالي Fonzi بصناعة أّول سن مفرد من مادّة البورسلين يتّصل مع قاعدة الجهاز الكامل بواسطة دبابيس بلاتينية.[55]

عام 1837 أدخل Ash تحسينات إضافية على أسنان البورسلين، وفي عام 1903 صنع Charles Land أّول تاج من البورسلين عالي الانصهار باستخدام تقنية الرقاقة البلاتينية.[5]

توصلّت أبحاث Mclean في الخمسينات من القرن العشرين إلى اكتشاف طريقة لربط الخزف مع المعدن، وفي عام 1956 انتشرت الترميمات الخزفية المعدنية .[61]

في عام 1962 أدخل Weinstien ومساعدوه تعديلات مهّمة على تركيب البورسلين الفلدسباري بهدف التقليل من تقلّصه بعد الخبز والتحكّم بدرجات حرارة الخبز ومعامل التمدّد الحراري.[5]

في بداية الثمانينات ابتكِر البورسلين الكتفي shoulder porcelain بهدف تحسين الناحية الجمالية في منطقة الحواف العنقية.

في منتصف الثمانينات ظهر نوع جديد من البورسلين الأقل خشونة less abrasive porcelain حجم بلّوراته أصغر ودرجة انصهاره أقل ومعامل تمدّده الحراري أكبر من البورسلين التقليدي، ويتمّيز بالتقليل من اهتراء الأسنان المقابلة.[5]

في عام 1992 طوِّر البورسلين الأكثر انخفاضاً بدرجة الانصهار ultra-low fusing porcelain، ويتمّيز هذا النوع من البورسلين بإعطاء مظهر أكثر جمالية وشفافية مشابهة إلى حد بعيد للأسنان الطبيعية.[5]

2-2-1-2 تركيب البورسلين السني Structure of dental porcelain:

يشبه تركيب البورسلين إلى حد بعيد تركيب الزجاج والذي يعتمد على شبكة ثلاثية الأبعاد من السيليكا، إلاّ أّنه يختلف عنه في ارتفاع محتواه من القلوّيات (كالصودا والبوتاس واللوسيت) وذلك ضروري لرفع معامل تمدّده الحراري إلى مستوى يتناسب مع الهيكل المعدني في الترميمات الخزفية المعدنية.[5،29،61]

يتركّب البورسلين بشكل رئيسي من الفلدسبار، الكوارتز، والكاؤولين.[5،29،91،104]

- **الفلدسبار Feldspar:**

يُشكّل الفلدسبار 60% من الثمانية أميال العلوية من قشرة الأرض، ويكون على شكل صخور بلّورية، ويتركّب من البوتاسيوم والصوديوم بالإضافة إلى الألومينا Al_2O_3 والسيليكا SiO_2، وهو المكوِّن الرئيسي للبورسلين (70%–80%) لذلك يطلق على هذا النوع من البورسلين اسم البورسلين الفلدسباري feldspathic porcelain.[61]

يكون الفلدسبار بطوره الزجاجي غير المنتظم، ويبدأ بالانصهار عند حرارة 1150° م متحوّلاً إلى بلّورات اللوسيت ($K_2O.Al_2O_3.4SiO_2$) والتي تمتلك معامل تمدّد حراري مرتفع (20–25 ppm/c)، وتكون هذه البلّورات ضمن الطور الزجاجي.[61]

- **الكوارتز Quartz:**

وهو إحدى الأشكال البلّورية للسيليكا يتوزع ضمن الشبكة الزجاجية، ويقوم بدور الهيكل المقاوم للبورسلين؛ حيث أنّه يبقى ثابتاً أثناء عملية الخبز.[61،91]

يشكل الكوارتز 11– 18% من تركيب مسحوق البورسلين السني،[29] ويملك مدى انصهار مرتفع (1400°م– 1600° م).[5]

- **الكاؤولين Kaolin:**

كيميائياً هو عبارة عن سيليكات الألمنيوم المماهة hydrated aluminum silicate، وهو نوع من الصلصال، لونه أبيض ويقوم بدور الرابط binder بين ذرّات مسحوق البورسلين عند تشكيل الترميم قبل عملية الخبز، ويعطي الكاؤولين الفلدسبار الزجاجي الشّفاف بعض الظلالية.[29،61،91]

يشكل الكاؤولين 3–5% من تركيب مسحوق البورسلين السّني،[29] إلاّ أنّ غالبية المنتجات الحديثة للبورسلين السّني تخلو من الكاؤولين وتستبدله بالنشاء والسكّر ليقوما بدور المادّة الرابطة.[61،104]

- **معدّلات الزجاج Glass modifiers:**

يُطلق عليها أيضاً "المسيلات" fluxes، تضاف بعض الأكاسيد المعدنية مثل أكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم وأكسيد الكالسيوم بهدف تخفيض مجال انصهار شبكة السيليكا؛ حيث تقوم هذه الأكاسيد بكسر الرابط بين السيليكا رباعية الوجوه silica tetrahedra محدثة تخلخل فيها،[5،61،85] مُشكّلة بذلك سلاسل خطّية من السيليكا سهلة الحركة، وينتج عن ذلك انخفاض لزوجة البورسلين ودرجة حرارة خبزه، وزيادة معامل تمدده الحراري.[61،85]

يُقلّل التركيز المرتفع لمعدّلات الزجاج من الديمومة الكيميائية للبورسلين، كما تزيد قابلّية الزجاج للتحوّل إلى بلّورات devitrification أثناء خبز البورسلين.

تقوم الشركات المُصنِّعة للبورسلين بتغيير نسبة معدّلات الزجاج ضمن محتوى البورسلين للحصول على درجات خبز مختلفة،[61،5] ومعامل تمدّد حراري يتوافق مع المعدن المستخدم لصنع الهيكل في الترميمات الخزفية المعدنية.[85]
ويعتبر أكسيد البوريك B_2O_3 من معدّلات الزجاج، حيث يُ شكّل شبكة زجاجية خاصّة تتوضّع بين شبكة السيليكا، ويقوم بتقسية الزجاج وزيادة مقاومته للقوى الميكانيكية والصدمات الحرارية، وهذا الأمر مهم في البورسلين السّني الذي يتعرّض لقوى إطباقية وعوامل حرارية مختلفة.[61]

- **الألومينا Alumina:**

تتوضع كبلّورات صغيرة ضمن الشبكة الزجاجية وتعطي البورسلين المقاومة وتزيد من لزوجته ومقاومته للتشّوه أثناء عملية الخبز.[91،85،61]

- **بلّورات اللوسيت Lucite crystals:**

هي بلّورات معدنية لسيليكات الألمنيوم والبوتاسيوم، تتشكّل عند صهر الفلدسبار والزجاج معاً ضمن البورسلين، كما يمكن إضافتها إلى محتوى البورسلين لتكسبه المقاومة والمتانة ولرفع معامل تمدّده الحراري.[29]
تتوزع بلّورات اللوسيت ضمن القالب الزجاجي وتُشكّل 20% حجماً من البورسلين.[85]

- **المواد الظليلة Opacifiers:**

البورسلين الفلدسباري النقي لا لون له، لذلك تُضاف المواد الظليلة ليقارب ظلالية الأسنان الطبيعية، يستخدم أكسيد الزيركونيوم وأكسيد التيتانيوم وأكسيد القصدير كمواد ظليلة.[91،61]

- **معدّلات اللون Color modifiers:**

تُضاف بعض الأكاسيد المعدنية الملّونة إلى البورسلين للحصول على اللون المطلوب لمحاكاة الأسنان الطبيعية،[5] كل واحد من هذه الأكاسيد يعطي لوناً خاصّاً للبورسلين.[61]

تمُزج مكونات مسحوق البورسلين جميعاً ثم تُصهر لتُشكّل كتلة زجاجية يتم تبريدها بالماء البارد بشكل مفاجئ وسريع؛ ممّا يتسّبب في تصدّع هذه الكتلة وتكسّرها وتُشكّل ما يسّمى بالفريت "frit"، وهو ذو بنية زجاجية غير منتظمة عالية الشفافية، ثّمُ طحن هذا الفريت إلى مسحوق دقيق الحبيبات.[104،91،85،61،5]

إنّ معظم التفاعلات الكيميائية بين مكّونات البورسلين تحدث أثناء عملية التصنيع، أّما أثناء خبز البورسلين في مخابر الأسنان لا يحدث أيّ تفاعل كيميائي؛ لكن ما يحدث بالفعل هو

انصهار الزجاج عند درجة حرارة أعلى من درجة التحول الزجاجي (Tg) glass transition temperature ويسيل لتتقارب الجزيئات من بعضها لتتماس بعملية تعرف بالتكثيف sintering، ومع استمرار التعّرض لحرارة الخبز المرتفعة يسيل الزجاج أكثر وتتقارب الجزيئات أكثر فأكثر ويملأ الزجاج المسال الفراغات الصغيرة بين تلك الحبيبات لنحصل على كتلة صلبة متماسكة من البورسلين.[104]

يتقلّص البورسلين في هذه المرحلة بنسبة 27–45%،[83] يُقلِّل التكثيف اليدوي الجّيد لمزيج البورسلين قبل الخبز من هذا التقلّص ليصل إلى 12–17%.[117]

إنّتوزيع حجم جزيئات البورسلين يُ عتبر مهماً لضمان تكثيفها مع بعضها بشكل جّيد؛ بحيث تقوم الجزيئات الصغيرة بملء الفراغاتبين الجزيئات الأكبر، وهذا ضروري للتقليل من تقلّص البورسلين بعد الخبز.[83،104]

تعود أسباب تقلّص البورسلين إلى:[117]

1. تكثيف مزيج البورسلين وخسارته جزء من الماء.
2. احتراق المواد العضوية التي أضيفت إلى ماء المزج (نشاء، غليسيرين) عند تسخينه.
3. تقارب حبيبات المسحوق وإغلاقها المسامات فيما بينها عند خبزه.

إنّالتقلّص الناتج عن التكثيف اليدوي واحتراق المواد العضوية يكون محدوداً ويمكن إهماله، أّما التقلّص الناتج عن خبز البورسلين فهو المسؤول عن تقلّص كتلة البورسلين.[117]

2-1-2-3 تصنيف البورسلين السنّي Classification of dental porcelain:

يُ قسَّم البورسلين السني إلى أربعة أنواع وذلك حسب درجة حرارة انصهاره:[5،29،85،91]

- البورسلين عالي درجة الانصهار High fusing porcelain (درجة انصهاره من 1290°م إلى 1370°م).
- البورسلين متوسط درجة الانصهار Medium fusing porcelain (درجة انصهاره من 1090°م إلى 1260°م).
- البورسلين منخفض درجة الانصهار Low fusing porcelain (درجة انصهاره من 870°م إلى 1070°م).
- البورسلين الأكثر انخفاضاً بدرجة الانصهار Ultra-low fusing porcelain (درجة انصهاره أقل من 850°م).

يُستخدم البورسلين عالي درجة الانصهار لصنع الأسنان البورسلينية الجاهزة للأجهزة السّنية المتحرّكة بينما يُستخدم البورسلين متوسّط درجة الانصهار لصنع تيجان جاكيت البورسلينية للأسنان الأمامية، أما البورسلين منخفض درجة الانصهار والبورسلين الأكثر انخفاضاً بدرجة الانصهار فيُستخدمان لصنع التعويضات السّنية الثابتة.[5،29،61]

طوِّر مؤخراً نوعاً خاصاً من النمطين الثالث والرابع من البورسلين، وأظهر تحسناً واضحاً في خصائصه، ويعود هذا التحسّن إلى التعديل المُجرى على محتواه من بلّورات اللوسيت، فقد خُفِّضت نسبتها لتصل إلى 8–10%، بينما تكون نسبتها في البورسلين عالي درجة الانصهار 35–40%،[58] ويبلغ حجمها 3–13 ميكرون فقط مقارنة بحجمها الذي يبلغ 30 ميكرون في البورسلين منخفض درجة الانصهار التقليدي؛ وبهذا تنخفض درجة سحل الأسنان المقابلة مقارنة بالأنواع الأخرى.[66]

وتكون بلّورات اللوسيت موزّعة بشكل أكثر انتظاماً وتجانساً ضمن القالب الزجاجي، بينما تكون مرتبّة على شكل مجموعات كبيرة الحجم في البورسلين الفلدسباري التقليدي تاركة بذلك مساحات كبيرة من الزجاج خالية من البلّورات؛ وبالتالي تكون هناك فرصة أكبر لتشكّل التصدّعات ضمن القالب الزجاجي، كما ينتج عن هذا التوزيع المتجانس لبلّورات اللوسيت تحسن ملحوظ في الخصائص الفيزيائية للبورسلين، فقد سجّلت بعض الأبحاث تحسناً في مقاومة الانثناء إلى ضعف ما هي عليه في البورسلين التقليدي.[49]

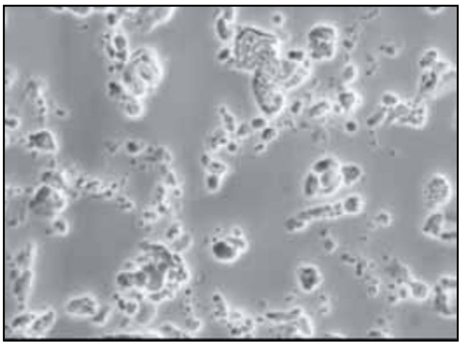
كما أن هناك إمكانية استعمال خلائط ذات محتوى عالي من الذهب بسبب انخفاض درجة حرارة الخبز؛ وبالتالي تتحسن الناحية الجمالية.

يتقلّص هذا النوع من البورسلين أكثر قليلاً من النوع التقليدي بسبب دقّة حجم حبيبات المسحوق.[66]

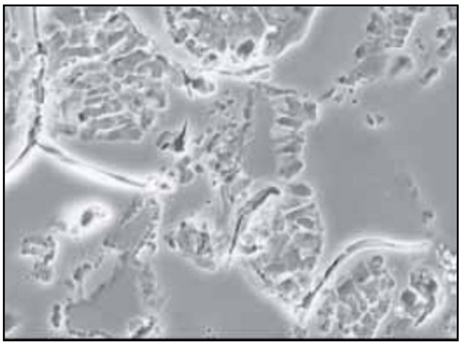
2–1–2–4 بورسلين VitaVM13:

وهو من النوع المطوَّر للبورسلين منخفض درجة الانصهار الذي تّم الحديث عنه في الفقرة السابقة، يُستخدم في الترميمات الخزفية المعدنية يُدعى بالخزف ذو البنية الدقيقة fine-structure ceramic، وتعود هذه التسمية إلى التوزيع المتجانس والمنتظم لبلّورات اللوسيت التي تكون منتشرة ضمن القالب الزجاجي على شكل مجموعات صغيرة.

يظهر الشكلان (2–1) و(2–2) الفرق بين بورسلين VitaVM13 والبورسلين الفلدسباري التقليدي.[101]



شكل 1-2 : صورة بالمجهر الالكتروني الماسح SEM لبورسلين VitaVM13 بعد تخريش السطح.



شكل 2-2 : صورة بالمجهر الالكتروني الماسح SEM للبورسلين الفلدسباري التقليدي بعد تخريش السطح.

ويتركّب مسحوق بورسلين VitaVM13 بحسب الوزن ممّا يلي:

أكسيد السيليسيوم SiO_2	%63-59
أكسيد الألمنيوم Al_2O_3	%16-13
أكسيد البوتاسيوم K_2O	%11-9
أكسيد الصوديوم Na_2O	%6-4
أكسيد الكالسيوم CaO	%3-1
أكسيد البوريك B_2O_3	%4-3

إضافة إلى عناصر أخرى ($BaO, TiO_2, CeO_2, ZrO_2, SnO_2$).[101]

يتميّز بورسلين VitaVM13 بسهولة إنهائه وتلميعه، وينتج عنه سطح كثيف فائق النعومة حتّى عند تلميعه داخل الفم بعد إجراء بعض التعديلات الإطباقية.[101]
يُعتبر هذا السطح فائق النعومة ميزة مهمة لصحّة النسج اللثوية عند استخدام بورسلين VitaVM13لبناء الحافّة البورسلينية الدهليزية في الترميمات الخزفية المعدنية.

كما يتمّيز بورسلين VitaVM13 بسحله المحدود لميناء الأسنان الطبيعية المقابلة،[67] وقدرته على محاكاة الأسنان الطبيعية من حيث انكسار الضوء وانعكاسه، ويتمّيز بخصائصه الفيزيائية المتقدّمة مقارنة بالبورسلين الفلدسباري التقليدي.[101]

يبّين جدول (1-2) مقارنة لبعض الخصائص الفيزيائية لبورسلين VitaVM13 والبورسلين الفلدسباري التقليدي VMK95.[100،101]

جدول 1-2 : مقارنة بعض الخصائص الفيزيائية لبورسلين VitaVM13 وبورسلين VMK95

الخصائص الفيزيائية	بورسلين VitaVM13	بورسلين VMK95
معامل التمدّد الحراري CTE	13.8-15.2 $10^{-6}K^{-1}$	13.3-13.8 $10^{-6}K^{-1}$
درجة التحوّل الزجاجي Tg	560 -565 ˚C	583˚C
الانحلالية الكيميائية (ISO 6872)	9.4 $\mu g/cm^2$	12 $\mu g/cm^2$
مقاومة الانثناء (ISO 6872)	111 MPa	85 MPa
الكثافة	2.5 g/cm^3	2.4 g/cm^3

تدّعي الشركة الُمصنّعة أنّ أنظمة الخزف ذات البنية الدقيقة أقل تقلّصاً وأكثر ثباتاً أثناء الخبز من الأنواع الأخرى للبورسلين.[101]

5-2-1-2 بورسلين IPS d.SIGN:

يُعتبر بورسلين IPS d.SIGN نمطاً حديثاً للبورسلين منخفض الانصهار المستخدم لبناء الترميمات الخزفية المعدنية وله خواص الأسنان الطبيعية فهو يحتوي على بلّورات فلوراﻷباتيت والتي يشبه شكلهابلّورات الهيدروكسي أباتيت في الأسنان الطبيعية، بالإضافة إلى شوارد الفلور التي تمنح المادّة مقاومة كيميائية عالية، وتؤُمّن هذه المركبات خواصاً بصرية مميزة للبورسلين تعطيه مظهراً جمالياً يحاكي الأسنان الطبيعية،كما يحتوي على بلّورات اللوسيت والتي تكون أصغر من 3 ميكرون ولها دور في تأمين معامل التمدّد الحراري المطلوب، وبضم هذين النمطين من البلّورات في بورسلين زجاجي واحد تّم الجمع بين خواص متنّوعة تمّيز هذا البورسلين عن الأنواع الأخرى.[109]

ويتركّب مسحوق بورسلين IPS d.SIGN بحسب الوزن مّما يلي:

أكسيد السيليسيوم SiO_2	%60-50
أكسيد الألمنيوم Al_2O_3	%20-8
أكسيد الصوديوم Na_2O	%12-4

أكسيد البوتاسيوم K_2O	%13−7
أكسيد الكالسيوم CaO	%6−0.1
أكسيد الفوسفور P_2O_5	%5−0
الفلور F	%3−0.1

كما يحتوي مسحوق هذا البورسلين على عناصر إضافية وأصبغة.[109]

جدول (2−2) يبّين بعض الخصائص الفيزيائية التي يتمتّع بها بورسلين IPS d.SIGN:[109]

جدول2−2 : بعض الخصائص الفيزيائية لبورسلين IPS d.SIGN

الخصائص الفيزيائية	بورسلين IPS d.SIGN
معامل التمّدد الحراري CTE	12-13.8 $10^{-6}K^{-1}$
درجة التحّول الزجاجي Tg	570 ± 10 °C
الانحلالية الكيميائية (ISO 9693)	3.8 – 8.9 µg/cm²
مقاومة الانثناء (ISO 9693)	80±25 MPa

2−2 الترميمات الخزفية المعدنية ذات الحواف البورسلينية
Metal-ceramic restorations with porcelain margins

لقد قاد الإحباط في النتائج التجميلية للسوار المعدني الدهليزي والمشاكل المترافقة مع الحواف تحت اللثوية للترميمات الخزفية المعدنية إلى التفكير باستبدال هذه الترميمات التقليدية ذات السوار المعدني بأخرى ذات حواف بورسلينية دهليزية تكون بتماس مباشر مع الكتف الدهليزي؛ وبهذا تكون قد حُدَّت مشكلة ظهور السوار المعدني الدهليزي الذي يسّبب انزعاج المرضى وخاصّة عندما تكون هذه الترميمات في منطقة الأسنان الأمامية.[75]

1-2-2 لمحة تاريخية Historical background:

اختلفت المراجع في تحديد من هو مبتكر فكرة استخدام الحافّة البورسلينية الدهليزية في الترميمات الخزفية المعدنية؛ حيث ذكر البعض أنّ أوّل من اقترح تقصير السوار المعدني الدهليزي للترميمات الخزفية المعدنية هو Brecker في عام 1956،[4،31،56،89،108] بينما ذكر Salem ومساعدوه[87] أنّ أوّل من طرح فكرة هذا النوع من الترميمات هو Hagen في عام 1960؛ حيث اقترح التقصير الأفقي للحافّة المعدنية لتنتهي عند الزاوية الخطّية اللثوية المحورية.

بالمقابل ذكر مرجع آخر أنّ Johnston و Mumford هما أوّل من قدّم فكرة استخدام الحافّة البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية في عام1967.[10]

تناول الفكرة عدد من الباحثين ولتّع استخدام الحافّة البورسلينية أكثر فأكثر، واقتُرِحت تقنيات مخبرية مختلفة لتطبيقها، ففي عام 1969 وصف Jeffery طريقة لبناء الحافّة البورسلينية باستخدام رقاقة بلاتينية platinum foil يُطَبّق البورسلين مباشرة عليها، وفي العام نفسه قدّم Vickery ومساعدوه طريقة لخبز البورسلين مباشرة على المثال المقاوم refractory die .[56]

في عام 1979 وصف Vryonis تقنية التطبيق المباشر للبورسلين على المثال التوأم الجبسي direct lift technique.[106]

اتبّع الباحثون الآخرون طريقة Vryonis في التطبيق المباشر للبورسلين على المثال الجبسي واستخدموا مواد مختلفة لتُمزج مع مسحوق البورسلين العاجي مثل سائل البناء modeling fluid المؤلّف من ماء وغليسيرين، أو الشمع،[81] أو سائل السيليكا الغرويcolloidal silica،[52] أو راتنج غير مملوء ضوئي التصلّب.[88]

وقد تّم تطوير بورسلين كتفي خاص shoulder porcelainلبناء الحافّة البورسلينية الدهليزية، وهو عبارة عن بورسلين ألوميني ينصهر بدرجة حرارة أعلى بحوالي 20–30°م من البورسلين الميناني أو العاجي[5،18،21]ويُظهر ثباتاً عالياً أثناء عملية الخبز؛[6،101] مّما يسمح بتكرار الخبز خلال مراحل بناء التاج دون التأثير على الحافّة المنهاة.[52]

2-2-2 الاستطبابات Indications:

تتُطب الحافّة البورسلينية الدهليزية في الحالات التي لا تلّبي فيها الترميمات الخزفية المعدنية ذات الحواف التقليدية النتائج التجميلية المطلوبة،[85] كالحالات الآتية:

- عندما تكون الحواف اللثوية عند المريض رقيقة بحيث يشف من خلالها السوار المعدني.
- عندما يكون خط الابتسام مرتفع (ابتسامة لثوية).
- في الأسنان التي تكون جذورها مكشوفة نتيجة الانحسار اللثوي؛ حيث لا يمكن مد حواف التحضير تحت اللثة لإخفاء السوار المعدني.
- في الأسنان البارزة دهليزياً كالأنياب في الفك العلوي؛ حيث تكون الصفيحة الدهليزية رقيقة وتوجد فرصة لانحسار اللثة مستقبلاً وانكشاف السوار المعدني.[35]

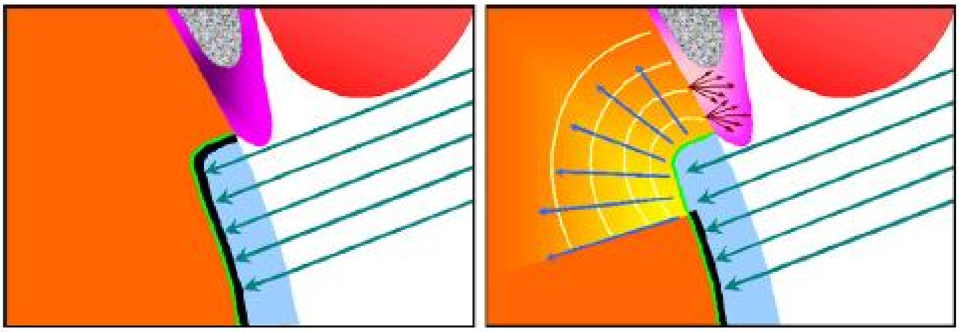
3-2-2 مضادات الاستطباب Contraindications:

عندما يصعب تأمين كتف فائق النعومة متمادي ومنتظم،[85،35] وعندما لا تتوفّر المهارة الكافية عند تقني الأسنان.[91]

4-2-2 المزايا Advantages:

- إنّأهم ميزة للحافّة البورسلنية في الترميمات الخزفية المعدنية هي قدرتها على تأمين الجانب التجميلي مقارنة بالترميمات الخزفية المعدنية ذات الحواف المعدنية التقليدية،[85،21] فهي تسمح بنقل الضوء من خلال منطقة الجذر،[65] شكل (3-2)، وتقارب لون الأسنان الطبيعية في المنطقة العنقية بسبب السماكة الكافية للبورسلين عند حافّة التاج العنقية.[80]
- الالتصاق الضعيف للّويحة الجرثومية بالبورسلين مقارنة مع الخلائط المعدنية.[85،80،54،2]

- إمكانية إبقاء حواف الترميم على مستوى اللثة أو أعلى قليلاً؛ وبالتالي المحافظة على سلامة النسج الداعمة وحمايتها من الرض الناتج عن التحضير وأخذ الطبعة.[87،80]
- لا يحتاج تصنيع الحافّة البورسلينية إلى أجهزة خاصّة.[65]



شكل 3-2 : شكل ترسيمي يوضّح انتقال الضوء في الحافّة البورسلينية خلال المنطقة العنقية والجذر ومحافظة اللثة على لونها الوردي الفاتح (اليمين) بالمقابل يعيق السوار المعدني انتقال الضوء ويعطي اللثة لوناً مزرقاً (اليسار).

2-2-5 المساوئ Disadvantages:

- الانطباق الحفافي للحافّة البورسلينية أسوأ من الحافّة المعدنية المصبوبة،[65،85،89،95] إلاّ أنّ هذا الموضوع خضع للعديد من الدراسات وكانت النتائج متباينة.
- قد تكون الحافّة البورسلينية غير المدعومة عرضة للكسر أثناء تقييمها سريرياً أو عند الإلصاق،[85] أما انكسارها أثناء الوظيفة فهو نادر الحدوث بسبب عدم تعرّض الحافّة الدهليزية لجهود شد كبيرة.[4]
- صعوبة تصنيعها مخبرياً؛ فهي تقنية حسّاسة[19،56،85] وتتطلّب مهارة ودقّة عالية من قبل المخبري،[65] كما تحتاج لوقت إضافي وكلفتها مرتفعة مقارنة بالحواف التقليدية.[85،91]

2-2-6 تصميم الحافّة الدهليزية للهيكل المعدني في الترميمات الخزفية المعدنية Labial margin design for metal framework in M/C restorations:

حدّد كل من Donovan و Prince[25] المتطلّبات المثالية لتصميم حافّة أيّ ترميم؛ وهي تأمين الناحية الجمالية، والانطباق الحفافي الممتاز، وأن لا تتسبّب بأذيّة النسج الداعمة عن طريق استقطاب اللويحة الجرثومية، لكن مع الأسف إنّ معظم الأشكال الحفافية المستخدمة في الترميمات الخزفية المعدنية لا تتوافق مع جميع هذه المتطلّبات.

السوار المعدني Metal collar:

يقوم السوار المعدني بدور الحزمة التي تدعم الهيكل المعدني وتزيد من مقاومته للتشوّه أثناء دورات الخبز المتكررة للبورسلين،[18،35] شكل (2-4، أ).
تتميّز الحواف المعدنية بدقّة انطباقها العالية[65،85،96] وسهولة تصنيعها مخبرياً،[21] إلاّ أنّ السوار المعدني يسيء للمظهر التجميلي وخاصّة في الأسنان المرئية بشكل واضح،[65،85] الأمر الذي

أدّى إلى إخفائه تحت اللثة؛ ممّا قد يعطي اللثة الرقيقة لوناً مزرقاً (أزرق رمادي)،[62،71] شكل (3–2)، وقد تناولت العديد من الأبحاث تأثير الحواف تحت اللثوية للترميم على صحّة النسج اللثوية ودورها في حدوث الالتهابات وزيادة عمق الجيوب.[53،78]

<u>*السوار المعدني دقيق الحافّة Metal feather edge:*</u>

يكون السوار المعدني في هذا التصميم دقيق جداً كحافّة الريشة، شكل(4–2، ب)، وهو التصميم الأكثر شيوعاً،[85] يلتقي فيه المعدن والبورسلين الظليل والبورسلين العاجي معاً عند الحافّة الخارجية للسن المحضّرة، وعلى الرغم من كون هذا التصميم ساحراً نظرياً إلاّ أنّه تقنية حسّاسة وصعبة التطبيق دون حدوث زيادة في التحدّب وسماكة في الحواف[35،91] أو انكشاف لطبقة البورسلين الظليل الذي يصعب إنهاءه وتلميعه ليبقى السطح خشناً مجهرياً،[21] كما أنّ وجود ثلاث طبقات من المعدن والبورسلين الظليل والعاجي مجتمعةفي خط وحيد عند الحافّة يؤدي لظهور خط داكن، ويؤثّر البورسلين الظليل المستخدم لحجب لون المعدن في المنطقة العنقية على الخصائص اللونية للبورسلين، وتكون سماكة البورسلين العنقي فوقه غير كافية للسماح للضوء بالانتشار وبالتالي ينتج سطحاً باهتاً، ويظهر الترميم بمظهر صناعي يفتقد الحيوية المطلوبة.[25،35،75]

إنّ الانطباق الحفافي لهذا التصميم أسوأ من انطباق السوار المعدني؛ حيث أنّه كلّما قلّت سماكة السوار المعدني ازدادت فرصة تشوّهه أثناء خبز البورسلين.[18]

<u>*الحافّة البورسلينية الكاملة All porcelain margin:*</u>

لقد تّم اقتراح هذا التصميم بهدف تجاوز المشكلة التجميلية المرافقة للتصميمين السابقين، ويتنوع تصميم الهيكل المعدني للترميمات الخزفية المعدنية ذات الحواف البورسلينية، بشكل عام كلّما قصُر المعدن بعيداً عن حافّة السن كلما كانت النتائج التجميلية أفضل، بالمقابل تزداد صعوبة العمل وفرصة انكسار الحافّة البورسلينية.[85]

التصميم الأول يشمل ترقيق المعدن بشكل يشابه تصميم السوار المعدني دقيق الحافّة مع تقصير الحافّة قليلاً عن الحافّة الخارجية لخط الإنهاء،[47،102] شكل (4–2، ج).

يكون تقلّص البورسلين الكتفي بهذا التصميم ضمن حدوده الدنيا، إلاّ أنّه قد يصاحبه مشكلة تشوّه السوار المعدني الدقيق، كما أنّه لا يتميّز كثيراً بالنسبة للناحية التجميلية عن تصميم السوار المعدني دقيق الحافّة.[9]

التصميم الثاني يعتمد على التقصير الأفقي للسوار المعدني لينتهي عند ملتقى الجدار المحوري مع الكتف الدهليزي،[20،70،71،115] شكل (4–2، د).

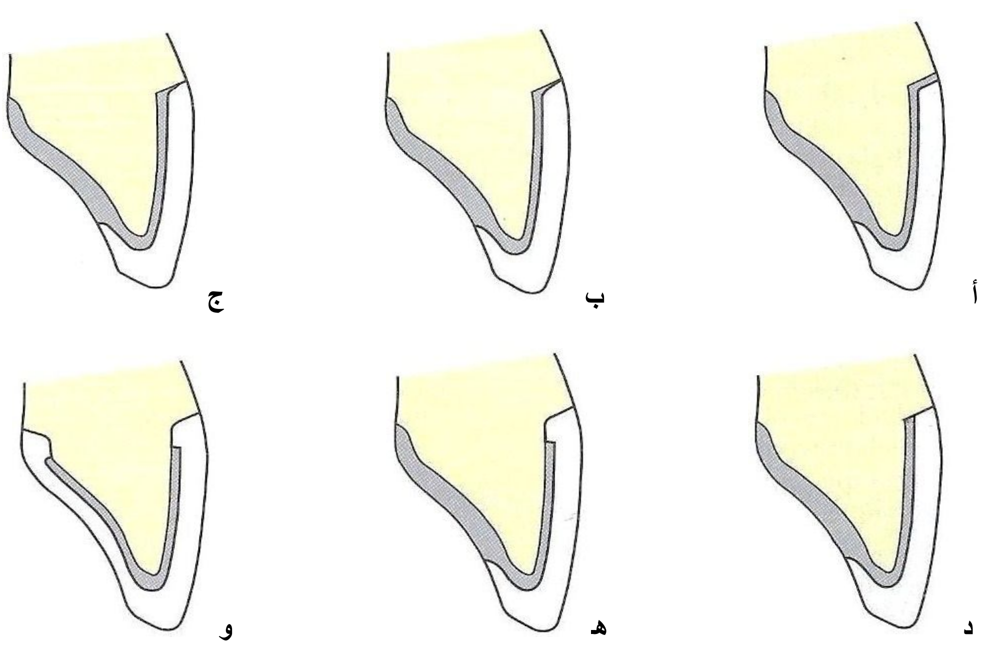
يسمح هذا التصميم بنقل الضوء عبر المنطقة العنقية بشكل أفضل من التصميم الأول ويؤمّن سماكة كافية للبورسلين عند الحافّة الدهليزية؛ ممّا أدّى إلى تحسّن ملحوظ في الخصائص البصرية للترميم في المنطقة العنقية وبالتالي تحسّن الناحية التجميلية.[9،26،41،45،71]

أما التصميم الثالث فيشمل التقصير العمودي للهيكل المعدني، الشكل (4−2، هـ)، وقد اقترح كل من Giller وWinter تقصير الحافّة المعدنية عمودياً مسافة تتراوح بين 1−2 ملم، وأُطلق على هذا التصميم تعديل Giller-Winter،[21،45] بينما اقترح Chiche وزملاؤه[20] تقصير الحافّة المعدنية عمودياً مسافة تصل حتى 3 ملم.

يتميّز هذا التصميم بنقل الضوء بشكل أفضل من كل التصاميم السابقة خلال المنطقة العنقية ومنطقة الجذر، وتحافظ الحافّة اللثوية على لونها الوردي الفاتح،[79] شكل (3−2).

وضّح كل من O'Boyle[75] وLehner[57] أنّ التقصير العمودي للهيكل المعدني مسافة 1 ملم هو التصميم الأفضل للحافّة البورسلينية من حيث نقل الضوء والمتانة وسهولة التصنيع.

إنّأحدث تعديل في تقنية الحافّة البورسلينية هو مدّها لتشمل كامل محيط السن،[26،71،85] شكل (4−2، و).



شكل 4−2: شكل ترسيمي يوضح الأشكال المختلفة لتصميم الهيكل المعدني في الترميمات الخزفية المعدنية.

2−2−7 تقنيات تصنيع الحافّة البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية

: Porcelain margin fabrication techniques in M/C restorations

اقترحت عدّة تقنيات لتصنيع الحواف البورسلينية الدهليزية في الترميمات الخزفية المعدنية، ومن الممكن التوصّل إلى نتائج ممتازة سريرياً باستخدام أيّ منها بشرط إتقانها من قبل المخبري.[89]

لكل تقنية من هذه التقنيات محاسن ومساوئ تتعلق بسهولة تصنيعها مخبرياً ودقّة انطباقها الحفافي، وقد أُجريت العديد من الأبحاث لتقييم الانطباق الحفافي للحافّة البورسلينية عند استخدام هذه الطرائق المختلفة.

قد يكون سوء انطباق الحافّة البورسلينية مُتأصِّلاً فيها، وهذا يظهر بشكل واضح في بعض التقنيات عن الأخرى بصرف النظر عن مهارة الطبيب أو المخبري.[80]

صنّف McLean[69] تقنيات تصنيع الكتف البورسليني وهي:

1- تقنية الرقاقة البلاتينية Platinum foil matrix technique.
2- تقنية المثال المقاوم للحرارة Refractory die technique.
3- تقنية التطبيق المباشر Direct lift technique.

وتضاف إليها تقنية رابعة وهي تقنية الشمع البورسليني Porcelain wax technique.[85]

تقنية الرقاقة البلاتينية Platinum foil matrix technique:

تعتمد تقنية الرقاقة البلاتينية على استخدام رقاقة من البلاتين تلُحم مع الهيكل المعدني، والغاية الرئيسية منها دعم البورسلين خلال عملّية الخبز.[35]

استخُدمت هذه التقنية لسنوات عديدة، وهي الطريقة الأولى المستخدمة لبناء الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية وتعتبر معياراً تقارن به التقنيات الأخرى.

تبلغ سماكة الرقاقة البلاتينية 25 ميكرون، لذلك ينتج عنها فرجة حفافّية تساوي سماكة هذه الرقاقة بالإضافة إلى ما ينتج عن تقلّص البورسلين،[80] وتكون الحافّة البورسلينية المُصنَّعة بهذه التقنية أكثر حدّة مقارنة بالتقنيات الأخرى،[108] وحسب دراسة Cooney وزملاؤه[22] أعطت تقنية الرقاقة البلاتينية انطباقاً حفافياً أفضل من تقنية الشمع البورسليني وتقنية التطبيق المباشر للبورسلين الكتفي بسبب التصاق البورسلين بالرقاقة البلاتينية عند انصهاره عوضاً عن تقلّصه باتجاه الجسم الرئيسي للبورسلين.

تقنية المثال المقوم للحرارة Refractory die technique:

جاءت هذه التقنية كتطوير للتقنية السابقة، ويقوم مبدؤها على تجّنب وجود مواد وسيطة وخبز الحافّة البورسلينية مباشرة على المثال التوأم المقاوم للحرارة بهدف تحسين الانطباق الحفافي،[89]

إلاّ أنّ الخطوة الإضافية لنسخ المثال باستخدام مواد خاصّة بالنسخ جعل هذه التقنية أقل جاذبّية من التقنيات الأخرى.[80]

أظهرت الحواف البورسلينية المُصنَّعة بهذه الطريقة خشونة أكثر من الطرائق الأخرى، كما أظهرت بعض التدوُّر.[35]

تقنية التطبيق المباشر Direct lift technique:

تعتمد هذه التقنية على تطبيق البورسلين مباشرة على التوأم ورفعه دون أن يلتصق بالحافّة الجبسّية، وهذه التقنية هي الأقل استهلاكاً للوقت والأسهل من حيث التطبيق ولذلك اتّسع انتشارها بين تقنيي الأسنان.[102]

يعتمد مبدأ هذه التقنية على طلاءالحافّة الدهليزية في التوأم بطبقة من راتنج السيانوأكريلات cyanoacrylate resin كوسيط عازل[114،85،91] أو بمادة عازلة مُزّودة من قبل الشركة المُصنّعة للبورسلين تمنع الجبس من امتصاص الرطوبة من البورسلين، إضافة إلى سائل الفصل separating liquid الذي يُسهّل من رفع البورسلين عن التوأم الجبسي دون أن تلتصق به ثم يُكثّف البورسلين على الحافّة المعزولة مباشرة ويُرفَع التاج عن التوأم ليتم خبز الحافّة البورسلينية.

يمكن استخدام أيّ من المواد الحديثة المستخدمة لصناعة التوأم كالجبس، أو الجبس المحسّن، أو راتنج الإيبوكسي، أوالمطلي بالنحاس أو الفضّة.[114،106]

تنّوعت طرائق التطبيق المباشر للبورسلين فقد قام Toogood و Archibald[102] ببناء الحافّة البورسلينية الدهليزية بعد الانتهاء من بناء التاج للشكل النهائي، بينما اقترح Vryonis[106] بناء الحافّة البورسلينية أولاً باستخدام البورسلين الظليل opaque porcelain على مرحلتين وإعطائه شكلاً مقعراً ومن ثّم إكمال بناء التاج للشكل النهائي.

أجرى McLean[69] ابتكاراً مهّماً على طريقة Vryonis حيث استخدم مزيجاً ثلثه (وزناً) من البورسلين الألوميني والثلثان من البورسلين الظليل لبناء الحافّة البورسلينية الدهليزية، وكانت النتائج أفضل بالنسبة لتشّوه الحواف وتدّورها.

يمكن الحصول على انطباق مقبول سريرياً للحواف البورسلينية عند اتبّاع هذه التقنية، إلاّ أّنه من المتوقّع وجود فراغ حفافي صغير نتيجة استخدام المادّة العازلة التي قد تتراوح ثخانتها من 1 إلى 40 ميكرون،[80] إضافة إلى سائل الفصل الذي قد يتسّبب بزيادة الفراغ الحفافي، كما تميل الحواف البورسلينية للتدّور[108] حتّى عند استخدام البورسلين الكتفي.[22]

إنّ أحد المزايا المهّمة لتقنية التطبيق المباشر للبورسلين مقارنة مع الطريقتين السابقتين هي إمكانّية تكرار خبز للحافّة البورسلينية (مرّتين أو ثلاث مرّات) للحصول على الانطباق الحفافي

المطلوب، إلاّ أنّها تقنية حسّاسة؛[19] فهناك صعوبة في انسياب البورسلين المضاف ضمن الفراغات الصغيرة الناتجة عن تقلّص البورسلين، بالإضافة لاحتمال تسرّب البورسلين إلى داخل القلنسوة المعدنية عند محاولة الإضافة للحافّة البورسلينية.[102]

تقنية الشمع البورسليني Porcelain wax technique:

يقوم مبدأ هذه التقنية على تطبيق مزيج من البورسلين العاجي والشمع بنسبة 6 إلى 1 وزناً على التوأم مباشرة.[81]

يُسهّل استخدام الشمع من فصل البورسلين المكثّ عن التوأم، كما يُسهّل من انسياب مزيج الشمع والبورسلين للوصول إلى المناطق الصغيرة من الفرجة الحفافية التي نتجت عن تقلّص البورسلين بعد الخبزة الأولى.[9]

وجد Schrader وزملاؤه[90] أنّ تقلّص الحافّة البوسلينية عند استخدام مزيج الشمع مع البورسلين يكون أقل بـ 11.4% عن مزيج البورسلين مع السائل، بينما أظهرت دراسة Cooney وزملاؤه[9] أنّ أسوأ انطباق حفافي كان لمزيج الشمع والبورسلين عند مقارنته بتقنية التطبيق المباشر أو الرقاقة البلاتينية.

يمكن استخدام هذه التقنية في الجسور التي تشمل دعامتين أو أكثر لسهولة فصل الكتف البورسليني عن المثال الجبسي وصلابته.[80]

جدول(3-2) يُلخّص محاسن ومساوئ كل تقنية من التقنيات السابقة.

جدول 3-2 : محاسن ومساوئ تقنيات تصنيع الحافّة البورسلينية

التقنية	المحاسن	المساوئ

الرقاقة البلاتينية	• انطباق حفافي جيّد.[22،35،85] • نعومة سطح الحافّة البورسلينية، وتجّمع قليل للّويحة الجرثومية.[54] • دعم البورسلين أثناء عملّية الخبز. • لا يدخل البورسلين داخل القلنسوة المعدنية.[80] • حدّة الحواف البورسلينية.[22،35]	• تستهلك وقتاً كبيراً.[85،114] • صعبة من الناحية التقنية.[24،35] • الكلفة المادّية المرتفعة. • ثخانة الرقاقة (25 ميكرون).[80]
المثال المقاوم للحرارة	• الخبز مباشرة على المثال المنسوخ. • يتقلّص البورسلين باتجاه الحواف.[80]	• تستهلك وقتاً إضافياً.[90] • صعبة من الناحية التقنية. • هشاشة المادّة المقاومة للحرارة.[80،89،94] • خشونة الحافّة وتدّورها.[35]
الشمع البورسليني	• الانفصال السهل عن المثال.[80،85،90] • الرؤية المباشرة للحافّة على المثال التوأم خلال التصنيع. • سهولة تطبيقها عند تصنيع الجسور.[80] • سهولة تصحيح الفرجة الحفافية الناجمة عن تقلّص البورسلين.[9،80،90]	• الانطباق الحفافي أقل دقّة من باقي الطرائق.[9،22] • تدّور الحافّة البورسلينية.[22]
التطبيق المباشر	• سهلة وأقل استهلاكاً للوقت.[85] • إمكانية تكرار تصحيح الفرجة الحفافية. • الرؤية المباشرة للحافّة على المثال التوأم خلال التصنيع.[80]	• صعوبة فصل الحافّة البورسلينية عن حافّة التوأم.[80،102،106] • ثخانة راتنج سيانوأكريلات أو مادّة عزل الحافّة الجبسية وسائل فصل الحواف البورسلينية.[80] • إمكانية دخول البورسلين داخل القلنسوة المعدنّية.[35،80،106] • خشونة الحواف البورسلينية.[22،54،108] • تدّور الحافّة البورسلينية.[22،101،108] • صعوبة تصحيح الفرجة الحفافية.[80،90]

2-3 الانطباق الحفافي

Marginal fit

يرتبط النجاح طويل الأمد لأيّ ترميم بدقّة انطباقه الحفافي،[34،42،43،92] واعتبر Hung وزملاؤه[46] أنّ الانطباق الحفافي هو أهم معيار يمكن أن يتّخذه أطّباء الأسنان لقبول الترميم سريرياً.

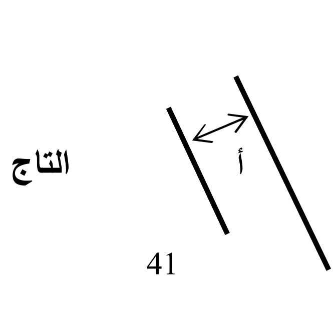
نظرياً يجب أن تتقابل حواف التاج مع حواف السن المحضّرة بشكل صميمي بحيث يكون الاتصال بينهما غير قابل للكشف، إلاّ أنّه يصعب تحقيق هذه النظرية أو حتى التحقّق منها سريرياً، ويجب الأخذ بعين الاعتبار الفراغ الحفافي الذي يكون عرضة للبيئة الفموية.

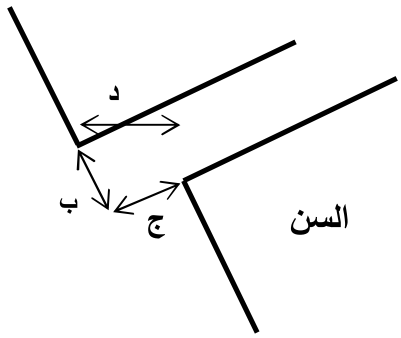
لا يوجد في الأدبّيات الطّبية تعريف واضح ودقيق لكلمة "انطباق" "fit"، وقد اختلف الباحثون في تحديد نقاط مرجعّية لقياس الانطباق، فاستُخدِمَت مصطلحات مختلفة لوصف قياسات مماثلة وعلى العكس استخدم المصطلح نفسه لوصف أماكن مختلفة للقياس؛ ما أدّى إلى الخلط والتشويش وصعوبة في إجراء مقارنة بين الدراسات، الأمر الذي دفع Holmes وزملاؤه[43] عام 1989 إلى اقتراح بعض المصطلحات لتحديد الانطباق، شكل(5−2)، نذكر منها:

- *الفرجة الداخلية (internal gap)*: وهي المسافة العمودية بين السطح الداخلي للمرّممة والجدار المحوري للسن.
- *الفرجة الحفافية (marginal gap)*: وهي المسافة العمودية بين السطح الداخلي للمرّمة وحافّة السن.
- *التباين الحفافي المطلق (absolute marginal discrepancy)*: وهو ناتج المشاركة الزاوّية للفرجة الحفافية والخطأ في امتداد حواف المرّممة (زيادة الامتداد أو نقصه)، ويتم حسابه بقياس المسافة الممتدّة من حافّة المرمّمة الخارجية إلى الزاوية الخارجية لخط الإنهاء.

وقد أكدّوا على أهمية تحديد المصطلح الذي ستتم دراسته عند تقييم الانطباق الحفافي، وبناء الاستنتاجات على أساسه.

بالمقابل بين Groten وزملاؤه[36] صعوبة وصف فراغ معّين بتعريف وحيد نتيجة الاختلافات الشكلّية morphologic differences، وتدوُّر الحواف أو عدمه، أو وجود بعض العيوب defects ، وهذا هو أحد الأسباب الجوهرية للتغيّر الكبير في نتائج الباحثين.





شكل 5-2 : شكل ترسيمي يوضّح بعض المصطلحات المستخدمة لوصف الانطباق:
(أ) الانطباق الداخلي، (ب) الفرجة الحفافية، (ج) الحواف ذات الامتداد الزائد (الكتف المعكوس)، (د) التباين الحفافي المطلق.

كما وضّح Groten وزملاؤه[37] أهمية تحديد عدد النقاط التي سيتم قياسها عند حواف التاج لتحديد مقدار الفرجة الحفافية بين التاج والسن، واقترحوا اتخاذ 50 نقطة قياس على كامل محيط السن للحصول على معلومات ذات فائدة سريرية عند قياس الفرجة الحفافية.

درس بعض الباحثين الانطباق الداخلي للتاج internal fit،[77،18] بينما اهتّم القسم الأكبر بدراسة الفرجة الحفافية marginal gap بين حافّة التاج وحافّة السن المحضّرة سواءً مخبرياً[1،6،9،12،14،15،19،22،33،34،36،46،56،73،76،92،95،108،113] أو سريرياً،[11،51،111،112] ويعود هذا الاهتمام بدراسة الفرجة الحفافية إلى المشاكل الكبيرة التي قد تنتج عن سوء انطباق الحواف؛ حيث أنّ وجود فرجة حفافية واسعة يُعرّض إسمنت الإلصاق للبيئة الفموية ويُسرّع من انحلاله مع مرور الوقت تاركاً فراغاً بين حافّة السن المحضرة والترميم تتجّمع فيه اللويحة الجرثومية والتي تعتبر سبباً رئيسياً لالتهاب النسج الداعمة، حدوث النخر وأذيّة اللّب؛ وبالتالي فشل التعويض.[12،14،16،28،34،86،92،113]

من هنا جاءت أهمّية تحقيق انطباق حفافي ممتاز في التعويضات الثابتة.

يعتمد تقييم الانطباق الحفافي للتيجان بشكل عام على عدّة عوامل:[12]

1. هل ستلصق التيجان بالإسمنت أم لا ؟
2. مكان ومدّة حفظ العيّنة في حال تثبيتها بالإسمنت.
3. نوع الدعامات التي سيجرى عليها القياس.
4. نوع المجهر المستخدم ودرجة التكبير.
5. موقع وعدد نقاط القياس لكل تاج.

تراوحت البيانات المنشورة حول مقدار الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً ما بين 30-200 ميكرون.[14،24]

3-2-1 الطرائق والأجهزة المستخدمة لفحص الانطباق الحفافي
Methods and instruments used to measure marginal fit:

تشمل طرائق فحص الانطباق الحفافي:[93]

- الرؤية المباشرة direct view.
- المقاطع الطولّية cross-sections.
- تقنية الطبعة والنسخة المطابقة impression-replica technique.
- باستخدام المسبر والفحص بالنظر visual examination.

طريقة الرؤية المباشرة Direct view:

وهي طريقة سهلة ومناسبة، لا تُخرَّب فيها العينة وتعتمد على قياس الفرجة الحفافية عند نقاط محدّدة مسبقاً باستخدام المجهر ضوئي light microscope، أو المجهر المجسِّم stereomicroscope، أو المجهر الالكتروني الماسح scanning electron microscope.
لم يجد Groten وزملاؤه[36] فرقاً جوهرياً بين النتائج التي حصلوا عليها باستخدام المجهر الضوئي والمجهر الكتروني الماسح SEM، بينما وجد كل من Martignoni وSchönenberger[63] أنّالأخير ليس بنفس دقّة المجهر الضوئي أو المجهر المجسِّم ولا يمكن الحصول على نتائج دقيقة للانطباق الحفافي بالاعتماد عليه فقط.
استخدم هذه الطريقة عدد من الباحثين لتقييم تشوّه حواف الترميمات الخزفية المعدنية بعد كل مرحلة من مراحل خبز البورسلين،[107،95،84،40،33،23،17] ولتقييم انطباق حواف الجسور الخزفية المعدنية،[105] ولمقارنة الانطباق الحفافي لأنظمة مختلفة من التيجان،[113،82،73،46،34] ولفحص الانطباق الحفافي للتيجان المؤقّتة.[74،27]

طريقة المقاطع الطولّية Cross sections :

تثُبَّت التيجان على التوأم أو السن الطبيعي المقلوع، ثم تغُمس في الراتنج (الأكريل أو الإيبوكسي)، وبعدها قُصّ للحصول على مقاطع طولّية يمكن من خلالها دراسة الانطباق الحفافي أو الانطباق الداخلي للتاج.
استخُدمت هذه الطريقة لدراسة الانطباق الحفافي للتيجان الملصقة بالإسمنت،[103،95،77،44،15،1] ولدراسة تأثير خطوط الإنهاء المختلفة على الانطباق الحفافي.[97،48،32]
يبّين جدول(2-4) مقارنة بين محاسن ومساوئ كل طريقة من الطريقتين السابقتين.[93]

جدول 2-4 محاسن ومساوئ طريقتي الرؤية المباشرة والمقاطع الطولّية

الطريقة	المحاسن	المساوئ
الرؤية المباشرة	1. سهلة وسريعة التنفيذ. 2. لا تحتاج لخطوات إضافية. 3. تسمح بإجراء القياسات بعد كل مرحلة من مراحل صناعة التاج. 4. إجراء عدد أكبر من القياسات على التاج الواحد.	1. صعوبة تحديد وتكرار نقطة القياس عندما تكون الحافّة مدّورة. 2. أقل دقّة نتيجة صعوبة إعادة كل التيجان بنفس الوضعية على التوأم الرئيسي master die. 3. صعوبة تحديد الامتداد الزائدللحافّة (الكتف المعكوس). 4. احتمال أذّية أو اهتراء حواف التوأم الرئيسي نتيجة الاستعمال المتكّرر.
المقاطع الطولّية	1. إمكانية تحديد وتكرار نقاط القياس بدقّة أكبر حتّى عند تدّور الحافّة. 2. إمكانية تحديد الامتداد الزائد للحافّة.	1. تستهلك وقت عمل إضافي. 2. العّينة تخُرَّب بسبب القص؛ لهذا لا يمكن قياس الانطباق الحفافي خلال مراحل صنع التاج المختلفة. 3. الحواف معّرضة للتشّوه أثناء القص. 4. عدد القياسات محدود ضمن أماكن محدودة للتاج الواحد.

تقنية الطبعة والنسخة المطابقة Impression-replica technique :

تؤُخذ طبعة للحواف باستخدام المطّاط السيليكوني الإضافي addition silicone بواسطة طابع ُمفّرب، ثّم تُصَب هذه الطبعة بواسطة راتنج الإيبوكسي للحصول على نسخة طبق الأصل replicaللحواف، وتُجرى القياسات على هذه النسخة بواسطة المجهر الالكتروني الماسح.[11،22،76،86، 112]

من مساوئ هذه التقنية هو احتمال تشّوه طبعة المطّاط المستخدم لأخذ الطبعة في المنطقة المراد دراستها بالإضافة لعدم دقّتها في تحديد الثخانة الفيلمية للإسمنت.[86،99]

استخدام المسبر والفحص بالنظر Visual examination :

يعتمد تقييم طبيب الأسنان للانطباق الحفافي سريرياً عادة على فحص الحواف بالنظر وباستخدام المسبر؛ حيث يمّرر مسبر حاد بين حافة التاج وحافّة السن لتحّري وجود فراغ حفافي

(منطقة عدم اتّصال)، وتعتمد هذه الطريقة بشكل كبير على حدّة رأس المسبر ومهارة الطبيب.[7،16،73]

لا يمكن للمسبر السّني تحديد الفرجة الحفافية بشكل دقيق عندما تكون أقل من 95 ميكرون،[24] كما أنّ الاستخدام المتكّرر للمسبر يقلّل من حدّة رأسه؛ مما يؤثّ سلباً على دقّة نتائج هذا النوع من الاختبارات.[73]

من طرائق فحص الانطباق الحفافي الأخرى التصوير الشعاعي، إلاّ أنه غير دقيق،يُلاحَظ بواسطته سوء الانطباق الحفافي في المناطق الملاصقة فقط.[7،39،110]

كما استخدم بعض الباحثين جهاز البروفيلوميتر profilometer لقياس الانطباق الحفافي،[59،72] حيث يُستخدم رأس إبرة دقيق يتحرّك باتجاهعمودي للأعلى والأسفل ليرسم الفراغ ويُسَجِّل هذا التخطيط ليعطي فكرة عن مقدار الفرجة الحفافية، بينما اعتمد آخرون على جهاز إسقاط الصورة الجانبية profile projector[8،82] لدراسة الانطباق الحفافي.

2-4 الدراسات السابقة

Previous studies

درس الباحثون مسألة انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية من جوانب مختلفة، حيث قام البعض بدراسة تأثير تصميم الهيكل المعدني على هذا الانطباق،[95،9] ومنهم من درس تأثير تقنية التصنيع[108،64،22،15،9] وتأثير نوع مادّة البورسلين والسواغ[64،60،55،19،15،13،6] على انطباق للحافّة البورسلينية.

كما قام آخرون بمقارنة هذا الانطباق مع انطباق السوار المعدني[107،76،59،22،19،11،6،1] وحواف الترميمات الخزفية الكاملة.[76،73،38،34،22،12،1]

- من الدراسات التي قارنت بين انطباق الحافّة البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية وانطباق كل من السوار المعدني والسوار المعدني دقيق الحافّة، دراسة Strating وزملاؤه[95] عام 1981، والتي استخدموا فيها ثلاثة أنواع من الخلائط المعدنية (ثمينة وشبه ثمينة وغير ثمينة).

حُضِّر كتف منحدر دهليزي بسماكة أقل من 1 ملم على ثنّية علوّية أكريلّية، وأُخِذَت طبعات مطّاطية لها وصُبَّت براتنج الإيبوكسي لتشُكّل توائم العمل working dies.

قيست الفرجة الحفافية بين حافّة التاج وحافّة التوأم الراتنجي بالمقاطع الطولّية باستخدام المجهر المجسِّم بعد إلصاق التيجان بواسطة اسمنت البولي كربوكسيلات، وتبّين عدم وجود فروق جوهرية بين انطباق السوار المعدني والسوار المعدني دقيق الحافّة، بينما أظهرت الحواف البورسلينية أسوأ انطباق، ولم يكن لنوع الخليطة المعدنية المستخدمة أيّ تأثير على دقّة الانطباق الحفافي.

- كذلك قام Belser وزملاؤه[11] عام 1985 بمقارنة بين انطباق الحافّة البورسلينية وانطباق السوار المعدني والسوار المعدني المشطوب لكن سريرياً.

استخُدمت خليطة ثمينة لصب القلنسوات المعدنية وبُنيت الحافّة البورسلينية من البورسلين العاجي باستخدام تقنية الرقاقة البلاتينية، وتّمت دراسة الانطباق الحفافي باستخدام طريقة الطبعة والنسخة المطابقة؛ حيث أُخِذَت طبعة سيليكونية للحواف الدهليزية قبل وبعد إلصاق التيجان على أسنان المرضى بإسمنت فوسفات الزنك، وأجريت القياسات على النسخة المطابقة باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح والحاسوب لقياس المسافة العمودية بين حافّة التاج والسن.

أظهرت النتائج أفضلّية انطباق السوار المعدني على كل من السوار المعدني المشطوب والحافّة البورسلينية، إلاّ أنّ هذه الفروق لم تكن ذات أهّمية إحصائية.

- وقد أجرى Limkangwalmongkol وزملاؤه[59] عام 2007 دراسة مخبرية قارنوا فيها بين انطباق الحافّة البورسلينية مع السوار المعدني دقيقالحافّة في الترميمات الخزفية المعدنية.
استخُدمت خليطة معدنية شبه ثمينة لصب القلنسوات المعدنية وبُنيت الحافّة البورسلينية باستخدام البورسلين الكتفي(Vintage margin porcelain) وبطريقة التطبيق المباشر.
دُرس " التباين الحفافي المطلق " باستخدام جهاز البروفيلوميتر بعد أن ثُبِّتت التيجان على الأسنان الطبيعية المقلوعة بواسطة ضمّة معدنية على شكل حرف "C".
أظهرت الحواف البورسلينية انطباقاً أفضل من السوار المعدني دقيق الحافّة وبفارق جوهري.

- أمّا بالنسبة لتأثير طريقة تصنيع الحافّة البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية على انطباقها الحفافي، فقد قام Cooney وزملاؤه[22] عام 1985 بإجراء مقارنة بين تقنية الرقاقة البلاتينية والتطبيق المباشر والشمع البورسليني، كما قارنوها مع انطباق حواف تيجان البورسلين الألوميني aluminous porcelain crowns.
أُجريَت خبزتين تصحيحيتين للحافّة البورسلينية في كل من طريقة التطبيق المباشر والشمع البورسليني الأولى بعدخبز الحافّة، والثانية بعد الانتهاء من بناء التاج للشكل النهائي وقبل عملية التزجيج.
أُلصق كل تاج على التوأم الرئيسي المعدني بكّمية قليلة من الإسمنت المؤقّت وبتطبيق ضغط ثابت بواسطة جهاز تحميل loading jig، وقيست الفرجة الحفافية بين خطّين متباعدين مسافة 1 ملم بطريقة النسخة المطابقة وباستخدام المجهر الإلكتروني الماسح.
أبدت الحواف البورسلينية المُصنَّعة بتقنية الرقاقة البلاتينية انطباقاً أفضل من تلك المُصنَّعة بطريقة التطبيق المباشر أو الشمع البورسليني، وتفوّقت حواف تيجان البورسلين الألوميني الكاملة بانطباقها على الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية.

- كما قام West وزملاؤه[108] وفي العام نفسه بمقارنة انطباق الحواف البورسلينية المُصنَّعة باستخدام الرقاقة البلاتينية مع تلك المُصنَّعة بالتطبيق المباشر باستخدام تقنية كل من Toogood و Archibald وتقنية Vryonisفي بناء الحافّة البورسلينية.
أُجريَت ثلاثة مقاطع طولّية، ودُرس انطباق الحافّة البورسلينية على عرض الكتف عند 3 نقاط محددة (النقطة X عند بداية تدّور الحواف، النقطة Y على بعد 0.4 ملم عن X، والنقطة Z عند التقاء المعدن مع البورسلين) وذلك باستخدام المجهر الضوئي.
وتبّين عدم وجود فروق جوهرية بين المجموعات الثلاث بالنسبة لانطباق الحواف على الكتف.

في المرحلة الثانية قيِّم تدوُّر الحواف باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح، حيث أظهرت الحواف المُصنَّعة بطريقة الرقاقة البلاتينية حدّة أكثر في حوافها الخارجية مقارنة مع تلك المُصنَّعة بالتطبيق المباشر.

- وقد قارن Belles وزملاؤه[9] عام 1991 بين طريقتي التطبيق المباشر والشمع البورسليني من حيث تأثيرهما على انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية، وأضافوا متغيراً آخراً للدراسة وهو تصميم الهيكل المعدني.

قُسِّمت عّينات البحث إلى أربع مجموعات؛ المجموعتان الأولى والثانية قُصِّرت فيهما حواف المعدن أفقياً في منطقة الكتف الدهليزي، أمّا المجموعتين الثالثة والرابعة فقد تّم تقصيرها عمودياً بعيداً عن الكتف مسافة 0.5 ملم.

ثُبِّتت التيجان على التوائم بتطبيق ضغط ثابت وطُلِيت الحواف الخارجية براتنج السيانوأكريلات وقُصَّت بعد غمسها بالأكريل للحصول على مقاطع طولّية؛ حيث قيست الفرجة الحفافية الدهليزية واللسانية بين الحافّة الخارجية للتاج والتوأم باستخدام المجهر المتحّرك travelling microscope.

أظهر البورسلين الكتفي المطّبق بطريقة التطبيق المباشر انطباقاً أفضل منه عند استخدام تقنية الشمع البورسليني، كما أظهرت الأخيرة تدوُّراً أكبر في الحواف الخارجية للبورسلين.

بعد ذلك دُرس انطباق الحواف البورسلينية على امتداد مسافة قدرها 0.75 ملم من الحدود الخارجية للكتف باتّجاه الداخل، وذلك باستخدام نظام التحليل الرقمي التفاعلي Zeiss interactive digital analysis system (ZIDAS)، وقد تبّين أنّ انطباق الحواف البورسلينية يكون أفضل عندما ينتهي المعدن عند الزاوية الداخلية للكتف.

- تحّرى Wanserski وزملاؤه[107] عام 1986 تأثير مراحل خبز البورسلين المتكّررة على انطباق الحافّة البورسلينية والسوار المعدني اللساني في الترميمات الخزفية المعدنية.

بُنيت الحافّة البورسلينية باستخدام البورسلين الكتفي (Vita shoulder porcelain) وبطريقة التطبيق المباشر.

ثُبِّتت العّينات على التوأم الرئيسي بواسطة جهاز ضغط زنبركي spring loaded device، واستخدم المجهر الضوئي لقياس الفرجة الحفافية عند 6 نقاط مرجعّية (3 نقاط دهليزية، 3 نقاط لسانية) وذلك على أربع مراحل:

المرحلة الأولى: بعد صب القلنسوة المعدنية (معدن شبه ثمين).

المرحلة الثانية: بعد تطبيق البورسلين الظليل وبناء الحفّة البورسلينية بثلاث مراحل.

المرحلة الثالثة: بعد الانتهاء من بناء التاج بشكل كامل.

المرحلة الرابعة: بعد التزجيج.

لم يتأثّر انطباق الحواف البورسلينية بمراحل خبز البورسلين المتكّررة، مقارنة بالسوار المعدني اللساني الذي أبدى اختلافاً واضحاً في قيم الفرجة الحفافية في كل مرحلة من مراحل الدراسة، وبهذا استنتج الباحث أنّ مادّة البورسلين الكتفي (Vita shoulder) ثابتة وغير معّرضة للتشّوه أو الانسياب خلال مراحل خبز البورسلين، كما استنتج إمكانية الحصول على انطباق حفافي مقبول سريرياً للحواف البورسلينية المُصنَّعة من الكتف البورسليني وبطريقة التطبيق المباشر.

- قارن Omar[76] عام 1987 بين انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية وانطباق السوار المعدني في الكتف المشطوب وحواف تيجان جاكيت البورسلينية.
صُبَّت القلنسوات بمعدن غير ثمين (نيكل-كروم)، وبُنيَت الحافّة البورسلينية من البورسلين الكتفي (Vita VMK) بالتطبيق المباشر.
ثُبِّتت التيجان على التوائم الجبسية بتطبيق ضغط إصبعي وقُيِّم الانطباق الحفافي باستخدام تقنية النسخة المطابقة؛ حيث قيست الفرجة الحفافية عند ثلاث نقاط عشوائية بالمجهر الإلكتروني الماسح.
أظهر التحليل الإحصائي عدم وجود فروق جوهرية بين متوسّط قيم الفرجة الحفافية لحواف التيجان المدروسة.

- بينما قارن Abbate وزملاؤه[1] عام 1989 بين الانطباق الحفافي للحواف البورسلينية والسوار المعدني في الترميمات الخزفية المعدنية وحواف نظامي الخزف الكامل Cerestore و Dicor.
حُضِّر كتف منحدر بسماكة 1.3 ملم على كامل محيط رحى أكريلّية وعلى دهليزي رحى أكريلّية أخرى، وحُضِّر شبه كتف على الجهة اللسانية منها، نُوسِختا للحصول على مشابهات analogs أكريلّية لهما.
استخُدمت خليطة معدنية ثمينة وبورسلين (Vita) لصنع الترميمات الخزفية المعدنية، وبُنيت الحافّة البورسلينية باتبّاع تقنية Vryonis للتطبيق المباشر.
أُلصقت التيجان على المشابهات الأكريلّية بإسمنت فوسفات الزنك، ودُرس انطباق الحواف على المقاطع الطولّية للعّينات المغموسة ضمن راتنج الإيبوكسي وباستخدام مجهر ضوئي مزّود بآلة تصوير فيديو video-enhanced light microscope عند ثلاث نقاط محدّدة وموزّعة على مسافة 300ميكرون من الحافّة الخارجية للكتف وباتّجاه الداخل.

تفّوقت الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية بانطباقها على كل من السوار المعدني ونظام Dicor ، بينما أظهر نظام Cerestore أفضل انطباق حفافي.
وبالرغم من ذلك لم تكن الفروق بينها ذات دلالة إحصائية.

- بالمقابل أظهرت دراسة Morris[73] عام 1992 نتائج مختلفة تماماً عن الدراسة السابقة؛ حيث قام الباحث بمقارنة انطباق حواف أنواع التيجان نفسها المستخدمة في الدراسة السابقة ولكن بإجراء دراسة كّمية Quantitative مختلفة بالإضافة للدراسة الوصفية Qualitative .

ُحضِّرت ثنّية علوّية أكريلّية بكتف دهليزي مدّور الزاوية وبسماكة 1 ملم على كامل محيطها وذ ُسخت للحصول على مشابهات لها من راتنج الإيبوكسي.
استخُدمت خليطة شبه ثمينة لصنع القلنسوات المعدنية للترميمات الخزفية المعدنية، وبُ نَيت الحافّ ة البورسلينية باستخدام البورسلين الكتفي (Vita VMK) وبطريقة التطبيق المباشر.
ثبِّتت التيجان على المشابهات بإسمنت فوسفات الزنك لدراسة الفرجة الحفافية.
أظهرت نتائج الدراسة الكّمية التي أُجرَيت باستخدام المجهر المتحرك تبايناً واضحاً في متوّسط قيم الفرجة الحفافية لكل تاج بين كل جهة من جهاته (دهليزي، أنسي، وحشي).
تمّيزت الحواف المعدنية بانطباقها الحفافي على باقي الأنظمة وبفارق جوهري، بينما تشابه متوّسط قيم الفرجة الحفافية لكل من الحافّ ة البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية ونظام Dicor، وكان الانطباق الحفافي الأسوأ لنظام Cerestore.
أّما بالنسبة للدراسة الوصفية فقد قّيم الانطباق الحفافي للتيجان باستخدام المسبر، وكانت نتائجها موافقة لنتائج الدراسة الكّمية.
استنتج الباحث إمكانية الاعتماد على التقييم الوصفي (السريري) لمقارنة الانطباق الحفافي لأنواع مختلفة من التيجان.

- وحول تأثير نوع مادّة البورسلين وسواغها على الانطباق الحفافي للحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية، تذُكر دراسة Arnold و Aquilino[6] عام 1988.
قسِّمت عّينات البحث إلى أربع مجموعات على النحو الآتي:

1. مجموعة البورسلين العاجي مع سائل البناء الخاص modeling fluid الُمزوَّد من قبل الشركة، واعتبُرت المجموعة الشاهدة.
2. مجموعة البورسلين الكتفي وسائل البناء الخاص.
3. مجموعة البورسلين الكتفي وسائل السيليكا الغروي.

4. مجموعة البورسلين العاجي والشمع.

قيِّم الانطباق الحفافي بعد كل مرحلة من مرحلتي بناءالحافّة البورسلينية، وبعد الانتهاء من بناء التاج للشّكل النهائي؛ حيث ثبُّتت التيجان على التوأم الرئيسي المعدني باستخدام جهاز تحميل loading device وقيست الفرجة الحفافية بواسطة المجهر الضوئي عند 4 نقاط محّددة مسبقاً (ثلاث نقاطعلى الحافّة الدهليزية وواحدة على اللساني).

بّينت النتائج أنّ الانطباق الحفافي لمجموعة البورسلين الكتفي وسائل السيليكا هو الأفضل خلال مراحل التصنيع، ولم يكن الفارق مهماً بين المجموعات الأربعة بعد الانتهاء من البناء الكامل للتيجان.

كما تبّين أنّ انطباق الحواف البورسلينية عند مركز الحافّة الدهليزية كان أسوأ من الأطراف وذلك في كل المجموعات.

استنتج الباحثان أهمية بناء الحافّة البورسلينية على مرحلتين، وعدم تأثير مراحل خبز البورسلين اللاحقة على انطباق هذه الحافّة.

- أجرى Biffar وWeltzsch[13] عام 1989 مقارنة بين نوعين تجاريين من البورسلين الكتفي هما (Vita shoulder porcelain) و(Ducera shoulder porcelain) .

استخُدم المجهر الإلكتروني الماسح أولاً لقياس الفرجة الحفافية عند 60 نقطة على امتداد الكتف البورسليني الدهليزي، ثم لدراسة مقدار تدوُّر الحواف الخارجية للبورسلين في المقاطع الطولّية.

أظهر بورسلين Ducera الكتفي انطباقاً حفافياً أفضل وبشكل جوهري من بورسلين Vita الكتفي، كما أنّ مقدار تدوُّ حوافّه أقل.

ويعود سبب تلك النتيجة – حسب رأي الباحثان – إلى المحتوى الأعلى من الألومينا ضمن بورسلين Ducera الكتفي.

- كما درس chaffee وزملاؤه[19] عام 1991 تأثير إضافة راتنج ضوئي التصلّب للبورسلين الكتفي كسواغ على انطباقه الحفافي، وقارنوه مع انطباق كل من البورسلين الكتفي الممزوج مع سائل البناء، والسوار المعدني دقيق الحفّة (كعّينة شاهدة).

استخُدمت خليطة شبه ثمينة لبناء القلنسوات المعدنية، وأُجرَيت القياسات عند منتصف الحافّة الدهليزية واللسانية للتيجان على امتداد 1 ملم باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح وبرنامج حاسوبي لمعالجة وتحليل الصور.

أعطى السوار المعدني دقيق الحافّة انطباقاً حفافياً أعلى وبفارق جوهري في انطباق الحافّة البورسلينية سواءً مزج البورسلين الكتفي مع سائل البناء أو مع راتنج ضوئي التصلّب.
بينما لم يكن هناك فرق جوهري بين متوسّط قيم الفرجة الحفافية لمجموعتي الحافّة البورسلينية.

- بالمقابل اختلفت نتائج دراسة Lu وYang[60] عام 1995 التي قام فيها الباحثان بتحرّي درجة تقلّص البورسلين ودقّة انطباقه الحفافي عند مزجه مع راتنج ضوئي التصلّب، حيث أبدت الحواف البورسلينية الممزوجة مع الراتنج تقلّصاً أكبر وانطباقاً حفافياً أسوأ من تلك الممزوجة مع السائل.

- وقد أجرى Lamonto وWeiner[56] عام 1992 دراسة لمقارنة الانطباق الحفافي لثلاثة أنواع تجارية مختلفة من البورسلين الكتفي وهي:

1. بورسلين (Vita SM90) وهو مزيج من البورسلين الكتفي ومركّب لدن حراري thermoplastic.
2. بورسلين (Duceram) مع سائل البناء الخاص به (Duceram SD modeling fluid).
3. بورسلين (Spectrum VLC) الممزوج مع راتنج ضوئي التصلّب.

ثُبِّت كلُّ تاج على التوأم الرئيسي المعدني بواسطة جهاز ضغط زنبركي مُثبَّت على منضدة المجهر الضوئي وقيست الفرجة الحفافية بين حافّة التاج وحافّة التوأم عند 3 نقاط.
تفّوق بورسلين (Vita SM90) بانطباقه الحفافي على النوعين الآخرين من البورسلين الكتفي، وأعطت الأنواع الثلاثة انطباقاً حفافياً مقبولاً سريرياً.

- كما قارن Boyle وزملاؤه[15] عام 1993 بين انطباق الحواف البورسلينية المُصنَّعة من البورسلين الكتفي (Vita VMK) وتلك المُصنّعة من البورسلين الكتفي اللّدن حرارياً (Vita SM90) بطريقة التطبيق المباشر، وتلك المُصنَّعة من البورسلين العاجي والمُطبَّقة باستخدام تقنية الرقاقة البلاتينية.

قيست الفرجة الحفافية باستخدام المجهر الضوئي على مرحلتين بعد إلصاق التيجان على التوائم الجبسية بإسمنت راتنجي غير مملوء ذاتي التصلب ، ففي المرحلة الأولى تّم قياس المسافة العمودية بين حافتي التاج والتوأم، وأعطى كلا النوعين من البورسلين الكتفي انطباقاً حفافياً أفضل من انطباق البورسلين العاجي.
في المرحلة الثانية غُمِست العّيات ضمن الأكريل وقُصَّت بشكل طولي لتحرّي انطباق الحافّة البورسلينية عند 3 نقاط ممتّدة على عرض الكتف، وتبّين أّن انطباق البورسلين

الكتفي (SM90) على الكتف أسوأ من انطباق بورسلين (Vita VMK) الكتفي والبورسلين العاجي.

كما دُرس مقدار تدوُّر الحواف الخارجية للبورسلين وذلك باستخدام برنامج حاسوبي، وأعطت الأنواع الثلاثة للبورسلين نتائج متشابهة.

- وبشكل مشابه قام Matsumoto وزملاؤه[64] عام 1996 بالمقارنة بين الانطباق الحفافي لأنواع تجارية مختلفة من البورسلين الكتفي بطريقة التطبيق المباشر وهي (Willshoulder, Ceramco II shoulder, Spectrum VLC) والبورسلين العاجي بطريقة الرقاقة البلاتينية وهما (Willceram, Ceramco II).

ثُبِّتت التيجان على الأسنان الطبيعية المقلوعة بإسمنت فوسفات الزنك، ودُرس الانطباق الحفافي على المقاطع الطولّية وعلى امتداد 50ميكرون من الحافّة الخارجية للكتف باتّجاه الداخل وباستخدام المجهر الضوئي.

أظهرت كل أنواع البورسلين المدروسة انطباقاً حفافياً مقبولاً سريرياً، ولم تكن هناك فروق جوهرية بينها، على الرغم من تفّوق البورسلين الكتفي (Spectrum VLC) في انطباقه على الأنواع الأخرى.

- في عام 1999 قارن Beschnidt وSturb[12] بين انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية وانطباق حواف أنظمة خزفية كاملة متنّوعة (Celay Inceram, Celay Feldspathic, Empress (layering technique), Empress (staining technique), Inceram).

قيست الفرجة الحفافية قبل إلصاق التيجان على الأسنان الطبيعية المقلوعة وبعده، باستخدام طريقة النسخة المطابقة والمجهر المجسِّم وذلك على كامل محيط السن عند نقاط متباعدة مسافة 10 ميكرون.

بعد ذلك عُرِّضت نصف العّينات لدورات حرارة ومضغ باستخدام جهاز محاكاة المضغ chewing simulator.

أظهرت نتائج الدراسة أنّ انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية قبل وبعد الإلصاق كان أفضل من انطباق حواف نظام الخزف الكامل Celay بنوعيه، ومشابه لنظام Empress (layering technique) وأسوأ من نظام Empress (staining technique)، وكانت متوّسطات قيم الفرجة الحفافية لكل الأنظمة ضمن المعيار الحيوي المقبول للانطباق الحفافي.

واستنتج الباحثان عدم تأثير دورات الحرارة والمضغ على الانطباق الحفافي للأنظمة المدروسة.

- وبدراسة مشابهة قارن Gu وKern[38] عام 2003 بين انطباق حواف نظام الخزف الكامل Empress2 (staining technique) والحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية، بالإضافة إلى تحرّي مقدار التسرّب الحفافي عند إلصاقها بأنواع مختلفة من الإسمنتات.
قيِّم الانطباق الحفافي بعد إلصاق التيجان على الأسنان الطبيعية المقلوعة بطريقة النسخة المطابقة وباستخدام المجهر الإلكتروني الماسح، بعد ذلك عُرِّضت نصف العيّنات لدورات حرارية، بينما عُرِّض النصف الآخر للتحميل الدوري cyclic loading إضافة للدورة الحرارية باستخدام جهاز محاكاة المضغ، وأُعيد تقييم الانطباق الحفافي.
تفوّقت حواف نظام Empress 2 بانطباقها على الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية، ولم يكن هناك أيّ تأثير لاختباري الإجهاد على الانطباق الحفافي بكل المجموعات المدروسة.
أما بالنسبة لمقدار التسرّب الحفافي، فقد أظهر اختبار نفاذ الصبغة الملّونة dye تفّوق إسمنت الكومبوزيت على كل من إسمنت فوسفات الزنك وإسمنت الكومبومر وبفارق جوهري.

- أجرى Goldin وزملاؤه[34] عام 2005 دراسة قارن فيها بين انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية التقليدية، وحواف كل من الترميمات الخزفية المعدنية المُصنَّعة من الخزف الزجاجي المقّوى ببلّورات اللوسيت والمضغوط على المعدن pressed to metal ، والترميمات الخزفية الكاملة المُصنَّعة من الخزف الزجاجي نفسه.

استخُدم التطبيق المباشر لبناء الحواف البورسلينية في كل من الترميمات الخزفية المعدنية التقليدية والخزفية الكاملة، بينما صُبَّ البورسلين بطريقة الشمع الضائع في مجموعة الخزف المضغوط على المعدن.

قيِّمت الحواف بداية باستخدام المسبر؛ حيث عُدِّلت الحواف ذات الامتداد الزائد، بينما استبُعدت الحواف الناقصة أو ذات الفراغ الحفافي الأكبر من رأس المسبر.
ثبِّت كل تاج على التوأم الرئيسي الأكريلي بواسطة مطّاط فحص الانطباق، وقيست الفرجة الحفافية بين حفّة التاج وحافّة التوأم في منتصف كل جهة من الجهات الأربع (دهليزي، لساني، أنسي، وحشي) باستخدام المجهر الضوئي وبرنامج حاسوبي خاص لتحليل الصور.

لم تكن هناك فروق جوهرية بين متوسّط قيم الفرجة الحفافية لمصلحة أيّ نوع من أنواع التيجان المدروسة، رغم تفوّق حواف تيجان الخزف المضغوط على المعدن في انطباقها على النوعين الآخرين من التيجان.

الهدف من البحث

Aim of the Study

يهدف هذا البحث إلى مقارنة انطباق الحواف البورسلينية المُصنَّعة من ثلاثة أنواع مختلفة من البورسلين الكتفي في الترميمات الخزفية المعدنية وهي:

1. البورسيلين الفلدسباري التقليدي VMK95.
2. بورسلين VitaVM13 ذو البنية الدقيقة.

3. البورسلين الزجاجي المعدني IPS d.SIGN .

وقارنة هذا الانطباق مع انطباق السوار المعدني دقيق الحافّة في الترميمات الخزفية المعدنية.

الباب الثالث

مواد البحث وطرائقه

Material & Methods

3-1 المواد والأجهزة المستخدمة في البحث
Material and devices used in the study

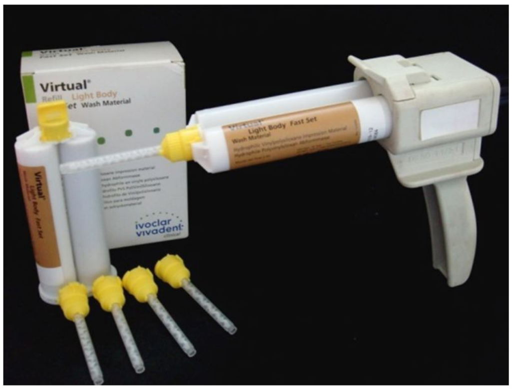
3-1-1 المواد المستخدمة في البحث:

- ثنيةّ علويةّ أكريليّ ة، شكل (3-1).



شكل 3-1 : ثنيّة علويّة أكريليّة يمنى.

- مطّاط سيليكوني إضافي بقوامين عجيني (قاسي) putty ومنخفض اللّزوجة (رخو) (Virtual, Ivoclar Vivadent, schaan, Liechtenstein)، شكل (3-2) و(3-3).



شكل 3-2: مطّاط السيليكون الإضافي الرخو Virtual، والمدفع الخاص به.



شكل3-3 :مطّاط السيليكون الإضافي العجيني Virtual.

- ورق نايلون.
- جبس عالي القساوة من النمط الرابع (Begostone plus, BEGO, Germany).

- مادّة Die spacer (Pico-Fit, Renfert, Hilzengen, Germany)، شكل(3-4).



شكل 3-4 : مادّة die spacer نوع Pico-fit.

- مواد التشميع وتشمل شمع التغطيس PRECI-DIP، شمع الحواف THOWAX، وشمع البناء Carving Wax لشركة (Yeti Dental produkte,Engen, Germany)، شكل(3-5).



شكل 3-5 : مواد التشميع: شمع التغطيس PRECI-DIP، شمع الحواف THOWAX وشمع البناء Carving wax.

- مسحوق وسائل الكسي برابطة فوسفاتية (Castorit-super C, DENTAURUM, Ispringen, Germany)، شكل(3-6).



شكل 3-6 : مسحوق وسائل الكسي Castorit-super C.

- خليطة معدن نيكل-كروم (Heraenium S, Heraeus Kulzer, Hanua, Germany) ، شكل(7-3)، وهي خالية من المعادن الثمينة أو البريليوم وتتألّف من العناصر التالية حسب الوزن:

%1> Ce ، %1.5 Fe ، %2 Si ، %10 Mo ، %23 Cr ، %62 Ni



شكل 7-3 : خليطة نيكل-كروم HERANIUM S.

- مسحوق أكسيد الألمنيوم بقطر 125 ميكرون

(SHERA Werkstoff- Technologei, KG, Germany)، لترميل المعدن قبل تطبيق البورسلين الظليل، وترميل السطح الداخلي للتيجان بعد الانتهاء من كل مراحل خبز البورسلين.

- طلاء لفحص الانطباق PICO-MARK من شركة Renfert، شكل(8-3).



شكل 8-3 : طلاء فحص الانطباق PICO-MARK.

- مواد نظام البورسلين المعدني التقليدي VMK95 من شركة (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ، شكل (9–3)، وتتضّمن:
  - مسحوق البورسلين الظليل WASH OPAQUE.
  - مسحوق البورسلين الظليل OPAQUE بلون 2M1.
  - مسحوق البورسلين العاجي DENTINE بلون 2M1.
  - مسحوق البورسلين المينائي ENAMEL بلون EN2.
  - مسحوق البورسلين الكتفي MARGIN بلون MAR2.

ويتركّب مسحوق البورسلين العاجي والمينائي والكتفي بحسب الوزن ممّا يلي: SiO_2 %61–57 ، Al_2O_3 %17–14 ، K_2O %10–8 ، Na_2O_3 %7–5 ، CaO %2–1 ، MgO < %1.

  - سائل البورسلين الظليل OPAQUE FLUID.
  - سائل البناء MODELLING FLUID.



شكل 9–3 : نظام البورسلين المعدني VMK95.

- مواد نظام البورسلين الزجاجي المعدني IPS d.SIGN من شركة (Ivoclar Vivadent, schaan, Liechtenstein)، شكل (10–3)، وتتضّمن:
  - معجون البورسلين الظليل Opaquer paste بلون A3.
  - مسحوق البورسلين العاجي Dentine بلون A3.
  - مسحوق البورسلين المينائي أو القاطعي Incisal بلون T-S2.

- مسحوق البورسلين الكتفي Margin بلون A3.
- سائل البورسلين الظليل Opaque Liquid.
- سائل البناء Build-up Liquid.
- سائل بناء الحواف (الكتف) Margin Build-up Liquid.
- معجون التزجيج Glaze.
- سائل التزجيج والتلوين Glaze & staining Liquid.
- سائل عزل الحواف Margin separating Liquid، وسائل فصل الخزف Ceramic separating Liquid، شكل (3-11)، حيث يستعمل الأّول لعزل حافّة التوأم الجبسي (الكتف) عند تصنيع الحافّة البورسلينية بطريقة التطبيق المباشر ويتألّف من شمع مُذاب في الهيكسان، أّما الثاني فيؤّمن فصل نظيف بين حافّة التوأم والبورسلين ويتألّف من زيت البارافين.



شكل 10-3 : نظام البورسلين الزجاجي المعدني IPS d.SIGN.



شكل 11-3 : سائل فصل الخزف (يمين) وسائل عزل الحواف (يسار).

ملاحظة: استخدم السائلين السابقين (سائل عزل الحواف وسائل فصل الخزف) مع كل أنظمة البورسلين المعدني المستخدمة في البحث لبناء الحافة البورسلينية.

- مواد نظام البورسلين المعدني ذو البنية الدقيقة VitaVM13 من شركة VITA، شكل (3-12)، وتتضّمن:
  - البورسلين الظليل WASH OPAQUE.
  - البورسلين الظليل OPAQUE بلون OP2.
  - البورسلين العاجي BAES DENTINE بلون 2M1.
  - البورسلين الميناثي ENAMEL بلون ENL.
  - البورسلين الكتفي MARGIN بلون M1.
  - سائل البورسلين الظليل OPAQUE FLUID.
  - سائل البناء MODELLING LIQUID.



شكل 12-3 : نظام البورسلين المعدني ذو البنية الدقيقة VM13.

- مسحوق التزجيج Vita Akzent 25 والسائل الخاص به Vita Akzent Fluid، شكل (3-13)، لتزجيج التيجان الُمصنَّعة من بورسلين VMK95 وبورسلين VitaVM13.



شكل 13-3 : مسحوق وسائل التزجيج Vita Akzent .

- راتنج سيانوأكريلات (SUPER GLUE, ALTECO CHEMICAL, Japan)، شكل(14-3).



شكل 14-3 : راتنج سيانوأكريلات SUPER GLUE.

- أكريل شفّف ذاتي التصلّب (RESPAL NF, SPD, Mualazzano,Italy).

3-1-2 الأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث:

- قلم تعليم بحبر دائم (SCHNEIDER OHPM, Germany).
- قبضة توربين (PANA-AIR, NSK NAKANISHI INC. , Japan).
- سنابل ماسّية (Komet, GEBR. BRASSELER, Germany)، شكل (15-3) :
  - 6837KR.314.014 سنبلة اسطوانية خشنة قطرها 1.4 ملم لتحضير كتف مدّور الزاوية.
  - 8837KR.314.014 سنبلة اسطوانية ناعمة قطرها 1.4 ملم لتنعيم الكتف المدّور الزاوية.
  - 881.314.010 سنبلة اسطوانية خشنة قطرها 1 ملم لتحضير شبه الكتف.
  - 8881.314.010 سنبلة اسطوانية ناعمة قطرها 1 ملم لتنعيم شبه الكتف.
  - 6368.314.021 سنبلة لهب الشمعة لتحضير السطح الحنكي.



شكل 15-3 : سنابل التحضير الماسّية نوع Komet.

- قوالب بلاستيكية (طوابع) مُثقَّبة لأخذ الطبعات المطّاطية، شكل (3-16).
- منقلة مسطرة، فرجار ذو رأسان حادان، ورق ميلّيمتري، للتأكد من زاوية التحضير.



شكل 16-3 : القوالب البلاستيكية المُثقَّبة.

- حوض شمع كهربائي (G Gerdent DENTAL MATERIALS CO., Syria)، شكل (3-17).



شكل 17-3 : حوض الشمع الكهربائي G Gerdent.

- فرن الإحماء (ELE, Elektro, Bad Frankenhausen, Germany) ، شكل(3-18).



شكل 18-3 : فرن الإحماء ELE.

- جهاز الصب بالقوّة النابذة (TS-1, Degussa, Germany)، شكل (3−19).



شكل 19−3 : جهاز الصب بالقوة النابذة TS-1.

- المرملة القلمية (SYLOX K, MANFREDI SpA, Italy) ، شكل (3−20).



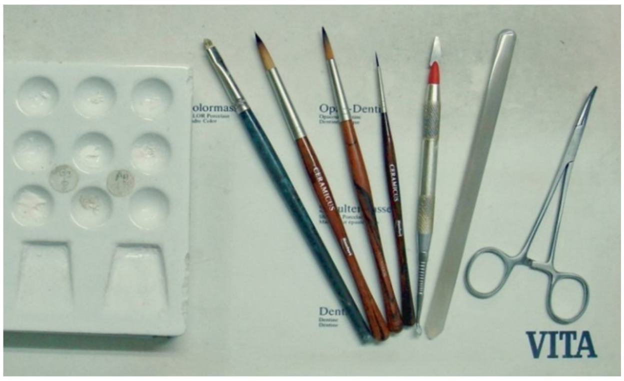
شكل 20−3 : المرملة القلمية SYLOX K

- مقياس ثخانة بدقة 0.1 ملم.
- جهاز التنظيف بالبخار المضغوط (VAP 6, Zhermack SpA, Italy).
- مسبر سنّي، قطر رأسه 80 ميكرون (EXD5, Hu-Friedy Mfg, USA)، شكل (3−21).



شكل 21−3 : مسبر سنّي EXD5

- لوحة مزج، سباتول زجاجي، سكّين تشكيل، ملقط، ورق تجفيف، فراشي لبناء البورسلين من شركة Vita، شكل (22-3).



شكل 22-3 : أدوات تطبيق البورسلين.

- فرن بورسلين سنّي مبرمج (LUI7, SATO, Japan) ، شكل(23-3).



شكل 23-3 : فرن البورسلين LUI7.

- موتور وقبضة صناعية (MI 400 KN, silfradent s.r.l, Italy).
- جهاز مُزوَّد ببرغي لتثبيت التيجان على التوأم أثناء قياس الفرجة الحفافية، (شكل 24-3).



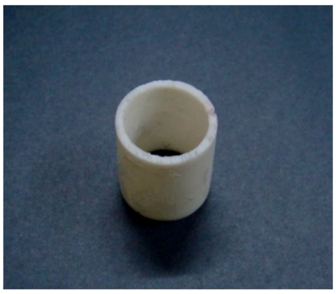
شكل 24–3 : جهاز تثبيت العّينات على التوأم بواسطة البرغي.

- جهاز ضغط حراري (Ivomat, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)، شكل (3–25).



شكل 25–3 : جهاز ضغط حراري Ivomat.

- قوالب بلاستيكية اسطوانّية الشكل بارتفاع 23 ملم وقطر 18 ملم لحضن الأكريل الذي سيغمر العّينات من أجل قصّها، شكل (26–3).



شكل 26–3 : قالب بلاستيكي لاحتواء الأكريل الذي سيغمر العّينات.

- قرص فاصل مسّنن بقطر 3 سم وسماكة 0.5 ملم ُمثبَّت على مخرطة ميكانيكية (REXON, INDUSTRIAL CORP. LTD, Taiwan)، شكل (27-3).



شكل 27-3 : المخرطة الميكانيكية مع القرص الفاصل.

- ورق زجاجي بخشونات متدّرجة (100، 200، 400) نمساوي الصنع، لتنعيم العّينات المقصوصة.

- مجهر ضوئي (BX41, OLYMPUS OPTICAL CO. LTD, Japan)، شكل(28-3).

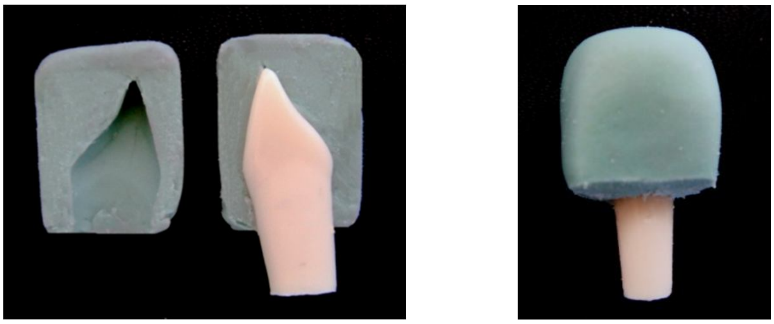


شكل 28-3 : المجهر الضوئي OLYMPUS BX41

3-2 طريقة العمل
Method

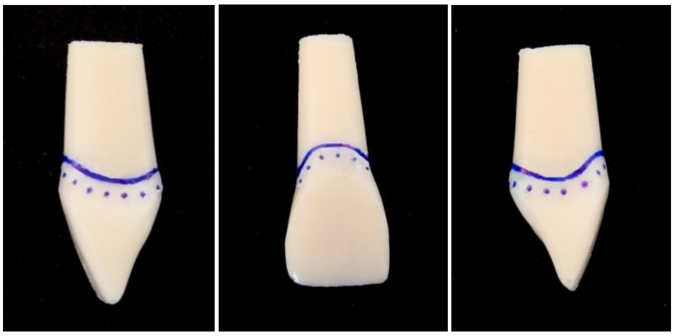
3-2-1 تحضير السن الأكريلّية:

أُخذت بداية طبعة للسن الأكريلّية بواسطة المطّاط القاسي قبل تحضيرها، وقُصَّت طولّياً لتُمثّل دليلاً سيليكونّياً بهدف التحقّق من تأمين السماكة المطلوبة للتحضير، شكل (3-29).



شكل 3-29 :الدليل السيليكوني من المطّاط القاسي.

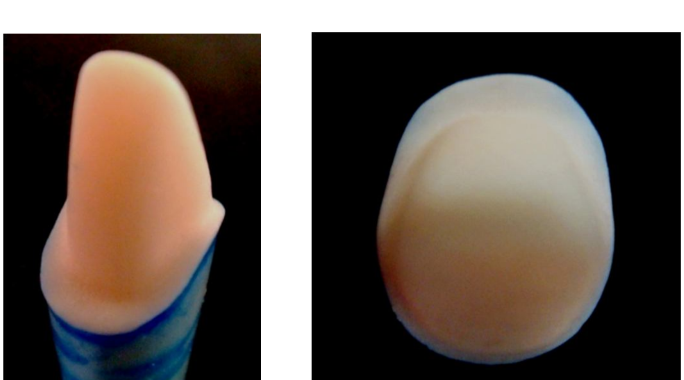
رُسمت حدود التحضير بواسطة قلم تعليم دائم على السن الأكريلّية بحيث تكون مسايرة للملتقى المينائي الملاطي مع الابتعاد عنه للأعلى مسافة 1 ملم، شكل (3-30)، ثّم حُضِّرت السن بشكل يناسب تصميم الترميمات الخزفية المعدنية[85] باستخدام ميازيب الدلالة لتأمين تحضير نموذجي، شكل (3-31)، حيث قُصِّر الحد القاطع مسافة 2 ملم وحُضِّر السطح المحوري الدهليزي بعمق 1.5 ملم والتقّعر الحنكي بعمق 1 ملم، وحُضِّر خط الإنهاء في الناحية الدهليزية على شكل كتف مدوَّر الزاوية بعمق 1.4 ملم يستمر حتّى الزاوايتين المحوريتين عند التقاء السطح الدهليزي مع السطحين الأنسي والوحشي ليصبح بعرض 1 ملم حتّى منتصف المنطقة الملاصقة ثّم يتحّول إلى شبه كتف بعمق 0.5 ملم على امتداد الجهة اللسانية، شكل (3-32)، وقد تّم التحقّق من سماكة التحضير باستعمال الدليل السيليكوني، شكل (3-33)، كما تّم التحقّق من درجة ميلان الجدران بحيث تكون 6 درجات كما هو موضّح بالشكل (3-34).[116]
استعُملت بداية سنابل ماسّية خشنة coarse، ثّم أُنهي التحضير باستعمال سنابل ماسّية ناعمة fine للحصول على خط إنهاء ناعم.



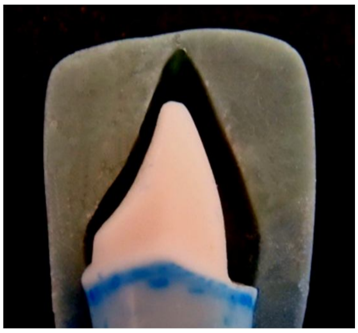
شكل 30-3 : رسم حدود التحضير: الخط المتّصل يمثّل الملتقى المينائي الملاطي، والخط المتقطّع يمثّل مكان خط الإنهاء.



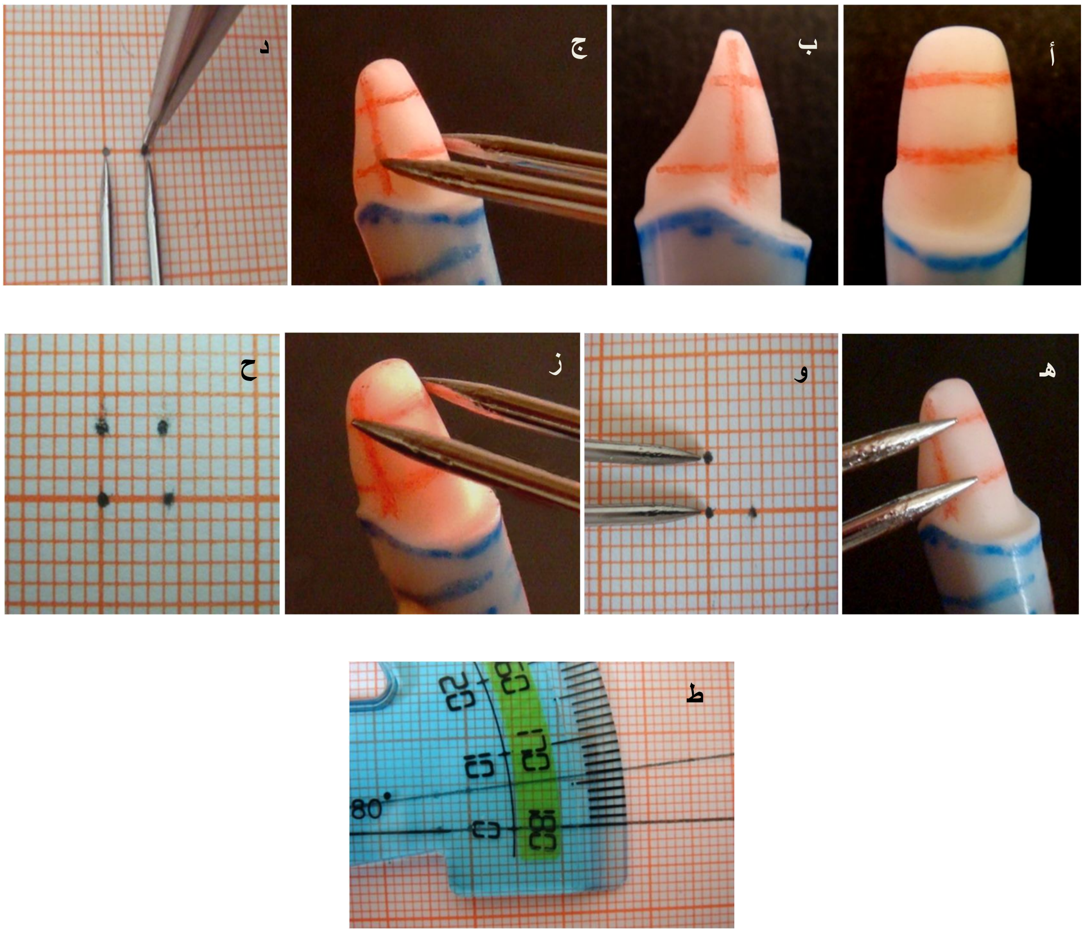
شكل 31-3 : ميازيب الدلالة.



شكل 32-3 : تحضير كتف مدّور الزاوية في الجهة الدهليزية بعمق 1.4 ملم يتحوّل تدريجياً إلى شبه كتف بعمق 0.5 ملم في الجهة اللسانية.



شكل 33-3: التأكّد من تحضير السماكة المطلوبة باستخدام الدليل السيليكوني.



شكل 34-3 : التأكّد من درجة ميلان الجدران (الأنسي والوحشي) أ: رسم خطّين أفقّيين عموديّين على المحور الطولي للسن يمتّان على كامل محيط السن، ب: رسم خط عمودي على الخطّين الأفقّيين في الجهة الأنسية والوحشية، ج: قياس عرض السن عند مستوى الخط السفلي بحيث تمسّ نهايتا ساقا الفرجار نقطة تقاطع الخط الأفقي السفلي مع الخط العمودي عليه في السطحين الأنسي والوحشي، د: تنقل المسافة إلى ورق ميلّيمتري، هـ: تقاس المسافة بين الخطّين الأفقّيين، و: وتنقل إلى الورق الميلّيمتري، ز: قياس المسافة عند مستوى الخط الأفقي العلوي، ح: ونقلها إلى الورق الميلّيمتري، ط: قياس الزاوية المتشكّلة بين الخطّين الممتدّين عبر النقاط المرسومة. تكرّر الطريقة ذاتها لقياس درجة ميلان السطحين الدهليزي واللساني.

3-2-2 صب التوأم الرئيسي المعدني وأخذ الطبعات:

صُبَّت السن الأكريلّية بخليطة نيكل– كروم بعد أن سُوِّي مكان الجذر بالشمع لتشُكّل بذلك التوأم الرئيسي master die، شكل (3-35)، ثّم أُخِذَت له 60 طبعة باستخدام مطّاط السيليكون الإضافي (Virtual) بواسطة قوالب بلاستيكية اسطوانية مُثقَّبة باتِّباع تقنية الطبعة المُبطَّنة putty-wash على مرحلتين، شكل (3-36)؛ حيث غُلِّف التوأم المعدني بالنايلون بسماكة 1 ملم تقريباً قبل أخذ طبعة المطّاط القاسي لتأمين مكان للمطّاط الرخو، وبعد الانتهاء من طبعة المطّاط القاسي تمَّ حقن المطّاط الرخو فوقه وضُغِط التوأم الرئيسي بمكانه بواسطة ضغط إصبعي مستمر حتّى تمام تصلّب المطّاط الرخو.

<u>ملاحظة</u>: لقد تّمت مضاعفة زمن تصلّب المطّاط الموصى به من قبل الشركة المُصنِّعة، باعتبار أنّ الطبعة تؤخذ ضمن درجة حرارة الغرفة.

أُعطيت كل طبعة رقماً من 1-60، وحُفظت بدرجة حرارة الغرفة (25° م) حتّى موعد صّبها؛ حيث صُبَّت كل مجموعة خلال ساعة من أخذها بواسطة جبس عالي القساوة من النمط الرابع (Bego Stone Plus).

تُركت الطبعات المصبوبة لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة حتى تمام تصلب الجبس، ثم فكُت للحصول على 60 مثال (توأم) جبسي يأخذ رقم الطبعة التي فكّ عنها.



شكل 3-35 : التوأم الرئيسي المعدني.



شكل 36-3 : بعض الطبعات المأخوذة بتقنية الطبعة المُبطَّنة putty-wash على مرحلتين.

3-2-3 تصنيع القلنسوات المعدنية:

طُلِيت التوائم الجبسية بمادّة die spacer نوع (Pico-Fit) والتي تُعطي سماكة بحدود 14-20 ميكرون، وقد طُبِّقت على كامل سطوح التوأم مع الابتعاد عن الحواف مسافة 1 ملم.

بعدها شُمِّعت القلنسوات؛ حيث غُمِر التوأم في شمع التغطيس (PRECI-DIP) لتشكيل أوّل طبقة شمعية، ثّم أُضيف شمع الحواف (THOWAX) إلى منطقة الحواف لمنع تشّوه الحواف الشمعية خلال نزع القلنسوة الشمعية عن التوأم، شكل (37-3)، ثّم شُمِّعت القلنسوات إلى الشكل المطلوب بواسطة شمع النحت (Carving Wax)، وقد اعتمُد الشكل النهائي للتيجان كما هو موضّح في الشكل (38-3)؛ بحيث تكون أسطح التاج مستوية ومتمادية مع التوأم؛ وذلك لسهولة وضعها بشكل مستو على منضدة المجهر الضوئي وعمودي على العدسة الشيئية عند إجراء القياسات للفرجة الحفافية.
ثّم قطِع الشمع لتأمين السماكة المناسبة للبورسلين وبشكل متساو قدر الإمكان في كل العّينات.



شكل 37-3 : تطبيق الطبقة الشمعية الأولى وشمع الحواف.



شكل 38-3 : التشميع للشكل النهائي المطلوب.

بعد ذلك ُوتِّدت القلنسوات الشمعية وكُسَيت بالمسحوق الكاسي (Castorit–super C)، وبعد تصلّبه ُوضِعت البواتق ضمن فرن الإحماء لتبخّر الشمع بشكل تام، ثّم أُجريت عملّية الصب بواسطة جهاز الصب بالقّوة النابذة باستخدام خليطة النيكل–كروم (HERANIUM S) التي تملأ مكان الشمع الضائع.

بعد الانتهاء من عملية الصب؛ تزُال مادة die spacer من على التوائم، ويتّم التأكد من انطباق كل قلنسوة على مثالها التوأم باستخدام مادّة فحص الانطباق (Pico-Mark)، والتي تترك علاماً بلون أحمر على السطح الداخلي للقلنسوة مكان نقطة الإعاقة؛ حيث يتّم سحلها وتكُرَّر العملية حتّى التأكّد من تمام انطباق القلنسوة المعدنية على التوأم الجبسي، ثّم ُجرِّبت القلنسوات المعدنية على التوأم الرئيسي المعدني، وفُحص انطباقها الداخلي باستخدام المطّاط الرخو، كما تّم التأكّد من انطباق حوافها باستخدام المسبر والذي يبلغ قطر رأسه 80 ميكرون.

بعد ذلك أُنهَيت الحافّة الدهليزية للقلنسوات المعدنية المرقّمة من 1–15 لتكون على شكل سوار معدني دقيق الحافّة metal feather edge، شكل (3–39)، بينما قُصِّرت حواف المعدن الدهليزية الممتّدة إلى منتصف المنطقة الملاصقة (أنسي، وحشي) لتصبح بعيدة عن الزاوية الداخلية للكتف مسافة 1 ملم وذلك في العّيات المرقّمة من 16 –60، (شكل 3–40).



شكل 3–39 : القلنسوة المعدنية ذات السوار دقيق الحافّة.



شكل 3–40 : القلنسوة المعدنية بعد تقصير الحافّة الدهليزية عمودياً مسافة 1 ملم.

وقد تّم إنهاء المعدن بشكل كامل بسانبل تنغستن كاربيد مع التأكّد من الثخانات النهائية للقلنسوات المعدنية، ثّم ُرمِّلت القلنسوات بواسطة حبيبات أكسيد الألمنيوم (125 ميكرون) وغُسلت بالبخار المضغوط لتصبح جاهزة لاستقبال المواد البورسلينية.

3-2-4 تطبيق المواد البورسلينية:

قسُِّمت العّينةإلى أربع مجموعات، تألّفت كل مجموعة من 15 تاج خزفي معدني على الشكل الآتي:

المجموعة الأولى (1-15):

مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة والبورسلين الفلدسباري التقليدي VMK95، وهي المجموعة الشاهدة.

المجموعة الثانية (16-30):

مجموعة الحافّة البورسلينية المُصنَّعة من البورسلين الفلدسباري التقليدي VMK95.

المجموعة الثالثة (31-45):

مجموعة الحافّة البورسلينية المُصنَّعة من البورسلين الزجاجي IPS d.SIGN.

المجموعة الرابعة (45-60):

مجموعة الحافّة البورسلينية المُصنَّعة من البورسلين ذو البنية الدقيقة VitaVM13.

3-2-4-1 التطبيق الأوّل للبورسلين الظليل:

بالنسبة لبورسلين VMK95 وVitaVM13، تمُزج الكمّية المطلوبة من مسحوق المادّة الظليلة (wash opaque) مع السائل الخاص بها (opaque fluid) بواسطة ملوقة زجاجية ضمن لوح المزج الخاص للحصول على قوام سليّ، بينما يُ عدَّل قوام معجون المادّة الظليلة لبورسلين IPS d.SIGN بالسائل الخاص به (opaque liquid) للحصول على القوام المطلوب.
تطُلى الطبقة الأولى من البورسلين الظليل بشكل رقيق بواسطة الفرشاة الخاصّة مع الانتباه إلى تغطيتها لكامل سطح المعدن، ثّم تنُقل القلنسوة إلى حامل خاص وتوضع داخل فرن البورسلين وتخُبَز حسب تعليمات الشركة المُصنِّعة لكل نوع من أنواع البورسلين.
فيما يلي برنامج الخبز للطّبقة الأولى من المادّة الظليلة لكل نوع من أنواع البورسلين.

Wash	Predr.°C	→ min.	↗ min.	↗ °C/min.	approx.	→ min.	VAC

firing					temp ºC		min.
VMK95	600	2.00	4.00	85	950	1.00	4.00
VitaVM13	500	2.00	5.12	75	890	2.00	5.12

Predr.ºC: درجة حرارة البداية

min.: زمن التجفيف

min.: الزمن اللازم للوصول إلى الحرارة النهائية

ºC/min.: معدل ارتفاع درجة الحرارة في الدقيقة

approx. temp ºC: درجة الحرارة النهائية

min.: زمن المحافظة على درجة الحرارة النهائية

VAC min.: زمن التفريغ

Wash firing	T	B	S	t↗	H	V_1	V_2
IPS d.SIGN	900ºC	403ºC	6 min.	80ºC	1 min.	450ºC	899ºC

T: درجة الحرارة النهائية

B: درجة حرارة البداية

S: زمن التجفيف

t↗: معدّل ارتفاع درجة الحرارة في الدقيقة

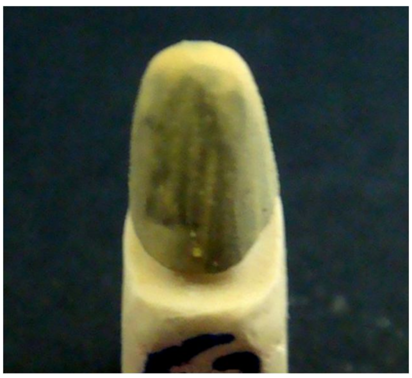
H: زمن المحافظة على درجة الحرارة النهائية

V_1: درجة الحرارة عند بدء التفريغ

V_2: درجة الحرارة عند نهاية التفريغ

تعطي الطبقة الأولى من الماّة الظليلة لوناً مصفّراً بعد الانتهاء من خبزها، شكل (41-3).

تعتبر الطبقة الأولى من البورسلين الظليل هي المسؤولة عن الارتباط مع المعدن.



شكل 41-3 : التطبيق الأّول للبورسلين الظليل.

3-2-4-2 التطبيق الثاني للبورسلين الظليل:

يُمزج البورسلين الظليل ويطّبق بطريقة مماثلة لتطبيق الطبقة الأولى، مع الانتباه إلى تغطية كامل الشقوق والمناطق التي لم يُحجَب بها لون المعدن بشكل كامل، وتُخبز هذه الطبقة وفق البرنامج الخاص لكل نوع من أنواع البورسلين كما يلي:

Opaque firing	Predr.ºC	→ min.	↗ min.	↗ ºC/min.	approx. temp ºC	→ min.	VAC min.
VMK95	600	2.00	4.00	83	930	1.00	4.00
VitaVM13	500	2.00	5.12	75	890	2.00	5.12

Opaque firing	T	B	S	t↗	H	V_1	V_2
IPS d.SIGN	890ºC	403ºC	6 min.	80ºC	1 min.	450ºC	889ºC

وبعد الانتهاء من عملية الخبز يُفحص السطح الداخلي للقلنسوة للتأكّد من عدم دخول أيّ زوائد من البورسلين الظليل إليها.

يأخذ البورسلين الظليل في هذه المرحلة لوناً أبيضاً كامداً (لون قشرة البيضة)، شكل(42-3).



شكل 42-3 : التطبيق الثاني للبورسلين الظليل.

3-2-4-3 تطبيق البورسلين الكتفي:

يُطبَّق البورسلين الكتفي في جميع العيّنات ما عدا المجموعة الشاهدة ذات السوار المعدني دقيق الحافّة، وتتَّبع طريقة التطبيق المباشر direct lift وفق الخطوات التالية:

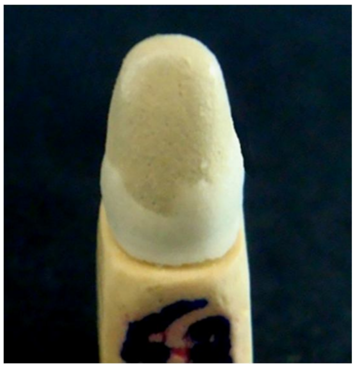
يُ عزل الكتف في التوائم الجبسية أولاً بواسطة سائل عزل الحواف (margin separating liquid) ويُ فرش بواسطة الهواء للتقليل من ثخانته، ثمّ يُترَك ليجف، بعدها يتم تطبيق سائل الفصل الخزفي (ceramic separating liquid) بواسطة الفرشاة الخاصّة به.

يُ مزج مسحوق البورسلين الكتفي (Margin) مع سائل البناء الخاص ويُ طبَّق مباشرة على الكتف المعزول وفوق البورسلين الظليل بشكل محدّب قليلاً مع النقر الخفيف على التوأم للتكثيف الجّيد، ثّم يتم تعريضه للهواء الساخن ليصبح قوامه متماسكاً ويسهل رفعه عن التوأم، ويتم خبزه وفقاً لتعليمات الشركة المُصنّعة كالآتي:

shoulder firing	Predr.ºC	→ min.	↗ min.	↗ ºC/min.	approx. temp ºC	→ min.	VAC min.
VMK95	600	6.00	6.00	83	930	1.00	6.00
VitaVM13	500	6.00	7.05	55	890	2.00	7.05

shoulder firing	T	B	S	t ↗	H	V_1	V_2
IPS d.SIGN	890ºC	403ºC	6 min.	60ºC	1 min.	450ºC	889ºC

بعد الانتهاء من عملّية الخبز الأولى للبورسلين الكتفي، يُ فحص انطباق حواف التاج على التوأم بدقّة حيث يُ لاحَظ وجود فراغ بين الكتف البورسليني وحافّة التوأم نتيجة تقلّص البورسلين أثناء خبزه، شكل (3-43) الأمر الذي يتطلّب تطبيقاً ثانياً للبورسلين الكتفي؛ حيث تُعزَل حافّة التوأم الجبسي بسائل فصل الخزف مرّة أخرى، ويُ عاد تطبيق مزيج البورسلين الكتفي بنفس الطريقة السابقة مع الاهتمام بملء الفراغات الصغيرة، ويُعاد تطبيق برنامج الخبز ذاته وفقاً لتعليمات الشركة المُصنّعة، شكل (3-44).



شكل 3-43 : التطبيق الأوّل لمادة الكتف.



شكل 3-44 : التطبيق الثاني لمادة الكتف.

بعد الانتهاء من عملّية الخبز الثانية للبورسلين الكتفي يتم التحقّق من نقاط الإعاقة بواسطة مادّة فحص الانطباق (Pico- Mark)؛ حيث طُلي بها حافّة التوأم الجبسي يُعاد وضع التاج عليه لتترك المادّة أثرها عند هذه النقاط التي تتم إزالتها للحصول على انطباق مثالي.

3-2-4-4 تطبيق البورسلين العاجي والمينائي:

يُمزج مسحوق البورسلين العاجي والبورسلين المينائي مع سائل البناء (Modelling fluid) للحصول على معلّق لكل مادّة بقوام مناسب، وتُطبَّق على التاج بواسطة الفرشاة مع النقر الخفيف من أجل التكثيف الملائم للبناء، ويُنزع الماء الزائد بواسطة ورق النشّاف وبإمرار فرشاة كبيرة على السطح، وبعد الانتهاء من بناء الشكل المطلوب للتاج بالبورسلين العاجي، يُقطع منه قسماً في الجهة الدهليزية ومن الحد القاطع والمناطق الملاصقة لإضافة البورسلين المينائي الشفّاف.

يُزاد حجم البناء قليلاً بمقدار 0.5ملم لتعويض التقلّص الناجم عن الخبز، ثّمُ نقل إلى حامل خاص وتتم عملية الخبز وفق تعليمات الشركة المُصنّعة كالآتي:

dentine firing	Predr.°C	→ min.	↗ min.	↗ °C/min.	approx. temp °C	→ min.	VAC min.
VMK95	600	6.00	6.00	83	930	1.00	6.00
VitaVM13	500	6.00	6.55	55	880	1.00	6.55

dentine firing	T	B	S	t ↗	H	V_1	V_2
IPS d.SIGN	870°C	403°C	4-9 min.	60°C	1 min.	450°C	869°C

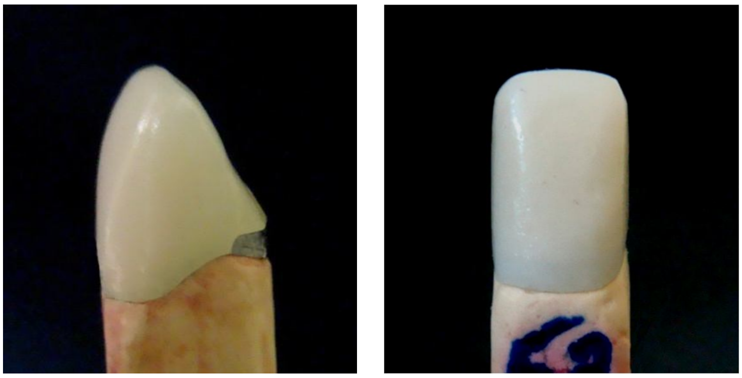
فُحصت التيجان بدقّة بعد الانتهاء من عملية الخبز، وتّم تصحيح العيوب والنقص بإضافة البورسلين العاجي أو المينائي وإجراء خبزة تصحيحية ببرنامج الخبز ذاته لكل من بورسلين VMK95 وIPS d.SIGN، بينما أُنقِصَت درجة حرارة الخبز النهائية 10 درجات لبورسلين VitaVM13 وذلك حسب تعليمات الشركة المُصنّعة.

جُرِّبت بعد ذلك التيجان على التوأم الرئيسي المعدني، وتّم التأكّد من انطباق الحواف البورسلينية؛ حيث طُلِيت حافّة التوأم المعدني بمادّة فحص الانطباق (Pico-mark)، وسُجِلَت نقاط الإعاقة التي تركت أثرًا على الحافّة البورسلينية.

الآن أصبحت التيجان جاهزة لتطبيق المادّة الزجاجية بعد الانتهاء من إجراء كامل التعديلات والتأكّد من انطباق الحافّة البورسلينية على التوأم الرئيسي، وذلك وفق برنامج الخبز الخاص بكل مادّة، شكل (45-3):

Glaze firing	Predr.°C	→ min.	↗ min.	↗ °C/min.	approx. temp °C	→ min.	VAC min.
VMK95	600	4.00	4.00	85	930	1.00	–
VitaVM13	500	4.00	4.45	80	880	1.00	–

Glaze firing	T	B	S	t ↗	H	V_1	V_2
IPS d.SIGN	830°C	403°C	4 min.	60°C	1 min.	450°C	829°C



شكل 45-3 : شكل التاج النهائي بعد تطبيق المادّة الزجاجية.

بعد الانتهاء من جميع مراحل الخبز رُمِّل السطح الداخلي للتيجان بحبيبات أكسيد الألمنيوم (125 ميكرون) لإزالة طبقة الأكاسيد المتشكّلة، شكل (46-3) و(47-3)، وبهذا تصبح التيجان جاهزة لدراسة الانطباق الحفافي.



شكل 46-3: تاج بسوار معدني دقيق الحافّة دهليزي بعد ترميل سطحه الداخلي.



شكل 47-3: تاج بحافّة بورسلينية دهليزية بعد ترميل سطحه الداخلي.

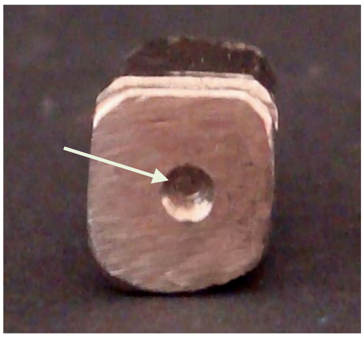
3-2-5 فحص انطباق الحواف البورسلينية والسوار المعدني دقيق الحافّة:

دُرس الانطباق الحفافي للحواف البورسلينية والسوار المعدني دقيق الحافّة على مرحلتين:

- المرحلة الأولى: قبل قص العيّنات.
- المرحلة الثانية: بعد القص.

3-2-5-1 المرحلة الأولى لقياس الانطباق الحفافي (قبل قص العيّنات):

تّم قياس الفرجة الحفافية marginal gap وهي المسافة العموية بين حافّة التاج وحافّة السن (حسب تعريف Holmes وزملاؤه[43])، باستخدام المجهر الضوئي (OLYMPUS BX41) المزوَّد بمسطرة مجهريّة بدقّة 10 ميكرون وبمعدّل تكبير 100 مرّة، وذلك عند 25 نقطة اختيرت بشكل عشوائي لكل تاج وموزّعة على امتداد الحافّة الدهليزية إلى منتصف المنطقة الملاصقة (أنسي، وحشي)، وذلك بعد تثبيت كل تاج على التوأم الرئيسي باستخدام جهاز تثبيت بواسطة البرغي screw loaded device صُمِّم خصيصاً لهذا الغرض، يحتوي تقّعراً في إحدى طرفيه يرتكز ضمنه الحد القاطع للتاج، كما تّم عمل حفرة صغيرة في مركز قاعدة التوأم ليستقر فيها رأس البرغي عند إحكامه، شكل (3-48).

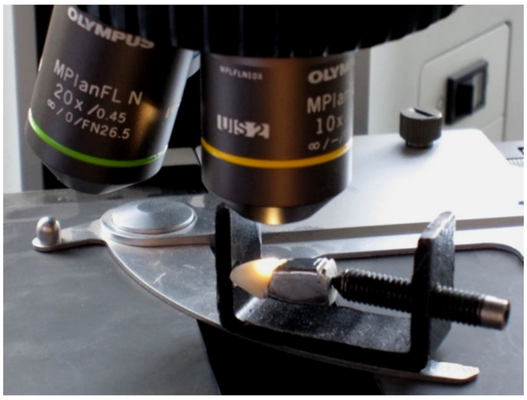


شكل 3-48 : مكان استقرار رأس البرغي في قاعدة التوأم المعدني.

وبهذا يتحقّق تثبيت كل التيجان بالوضعّية ذاتها وبشكل تكون فيه مسافة الفرجة الحفافية قائمة (90 درجة) قدر الإمكان على محور العدسة الشيئّية للمجهر الضوئي، شكل (3-49).

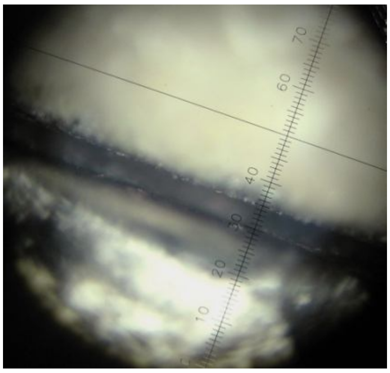
يُشد البرغي بمقدار نصف دورة (180 درجة) من بداية تماس رأسه مع قاعدة التوأم المعدني؛ وذلك بهدف توحيد مقدار الضغط المطّبق على كل التيجان أثناء إجراء القياسات.

تّمإجراء القياسات من قبل شخص واحد دون علمه بنوع الحافّة المدروسة.

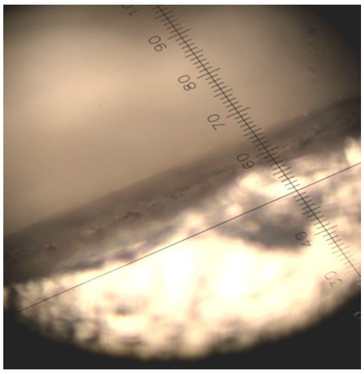


شكل 49–3 : طريقة وضع العيّنة تحت المجهر الضوئي بحيث تكون مسافة الفرجة الحفافية عمودية على العدسة الشيئية للمجهر الضوئي.

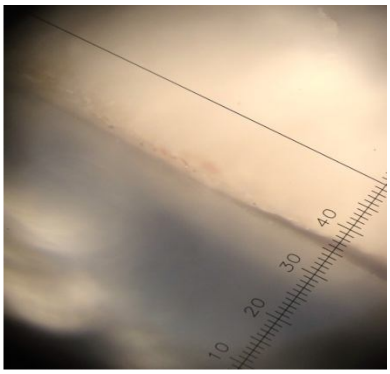
فيما يلي عرض لبعض الصور المجهرية لبعض العّينات من كل مجموعة من المجموعات المدروسة في المرحلة الأولى (قبل القص):



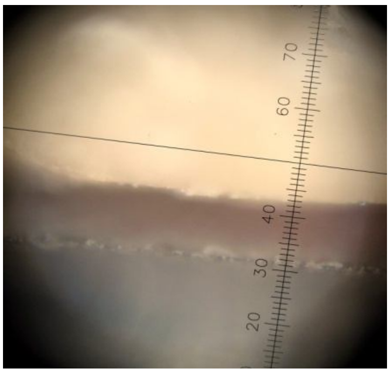
شكل 50-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العّينة رقم (4) من مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة (قبل القص).



شكل 51-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العّينة رقم (2) من مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VMK 95) (قبل القص).



شكل 52-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العّينة رقم (1) من مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN) (قبل القص).



شكل 53-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العّينة رقم (5) من مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) (قبل القص).

3-2-5-2 المرحلة الثانية لقياس الانطباق الحفافي (بعد قص العّينات):

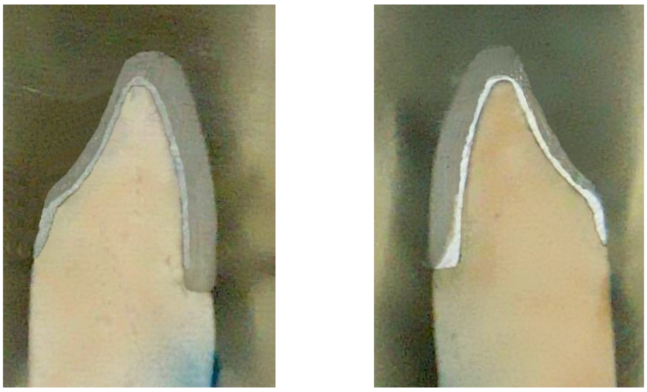
بعد الانتهاء من أخذ القياسات في المرحلة الأولى، أُلصق كل تاج على توأمه الجبسي، وذلك بطلي الحواف الخارجية من الجهة اللسانية براتنج السيانوأكريلات بعد أن ثُبِّت كل تاج على توأمه الجبسي باستخدام جهاز التثبيت بالبرغي، وبالطريقة ذاتها التي استخدمت لتثبيت التيجان على التوأم المعدني في المرحلة الأولى من القياس؛ وبهذا يكون قد طُبِّق مقدار الضغط ذاته على جميع التيجان عند إلصاقها.

بعد ذلك غُمرت التيجان والتوائم الجبسية بالأكريل الشفاف ذاتي التصلّب بهدف قصَّها طولّياً؛ حيث وُضعت العّينات وسط قوالب اسطوانية بلاستيكية بشكل محوري، وصُبَّ فوقها الأكريل السّيال ليغمرها بشكل كامل، ثّم وُضعت في جهاز الضغط الحراري (Ivomat) لمدة 15 دقيقة (ضغط 200 Kpa، حمام مائي بدرجة حرارة 40^{o} م) للتقليل من تشكّل الفقاعات ضمن كتلة الأكريل، شكل (3-54).



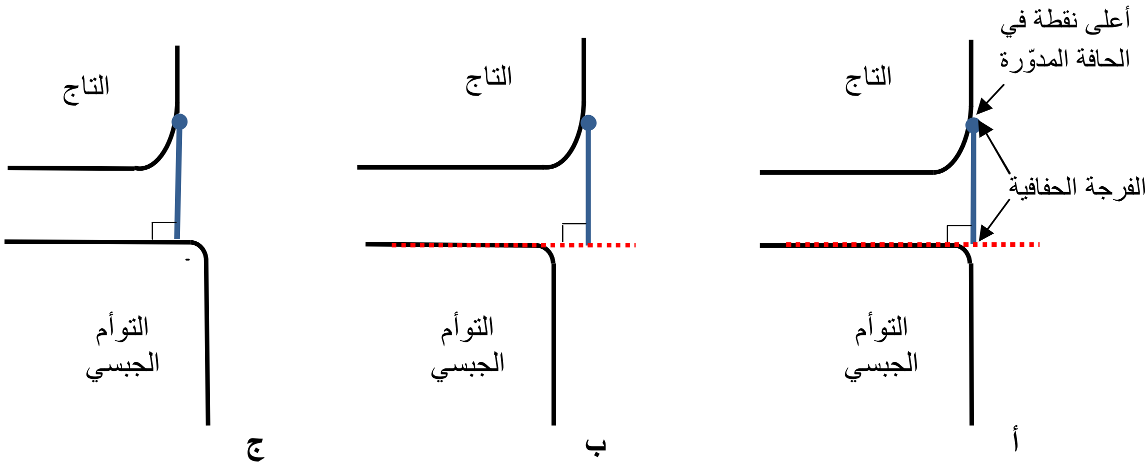
شكل 3-54 : العّينات بعد غمرها بالأكريل.

قُصَّت العّينات المغمورة ضمن الأكريل بشكل طولي في منتصفها بالاتجاه الدهليزي اللساني بواسطة قرص مسّنن ثخانته (0.5 ملم) مثّبت على مخرطة ميكانيكية مع التبريد بالماء، واختير النصف الأسلم من كل عّينة، ثّم صُقل باستخدام ورق زجاجي بخشونات متدرِّجة (100،200،400) للحصول على مقاطع نظيفة ذات معالم واضحة للعّينات المقصوصة، شكل (3-55).



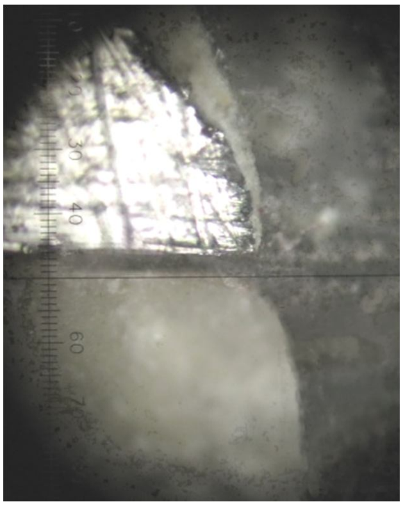
شكل 55-3 : عيّنة بعد القص، من مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة (يمين)، ومن مجموعة الحافّة البورسلينية (يسار).

قيست الفرجة الحفافية باستخدام المجهر الضوئي بمعدّل تكبير 100 مرّة، مع أخذ تدوُّر الحواف الخارجية للتاج بعين الاعتبار؛ حيث قيست المسافة العمودية بينأعلى نقطة في الحافّة المدوَّرة للتاج والخط الأفقي الممتد على مستوى الكتف كما هو موضَّح في الشكل (56-3).

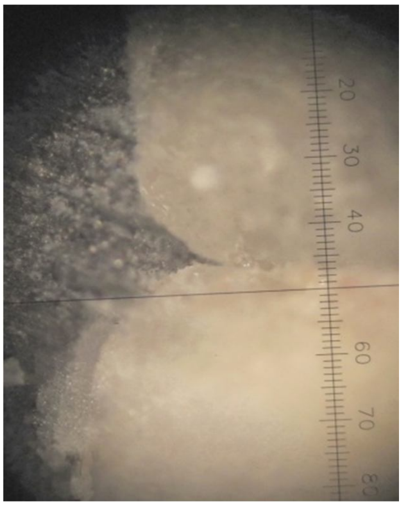


شكل 56-3 : قياس الفرجة الحفافية بعد قص العينات، (أ): في حال التمادي بين حافة التاج والتوأم، (ب): عندما توجد زيادة في امتداد حافة التاج (كتف معكوس)، (ج): عندما تكون حافة التاج ناقصة عن حافة التوأم.

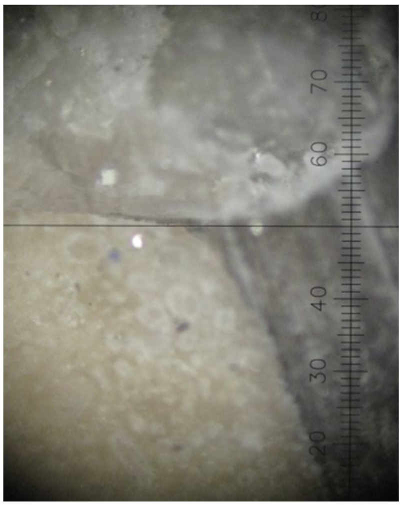
فيما يلي عرض لبعض الصور المجهرية لبعض العّينات من كل مجموعة من المجموعات المدروسة في المرحلة الثانية (بعد القص):



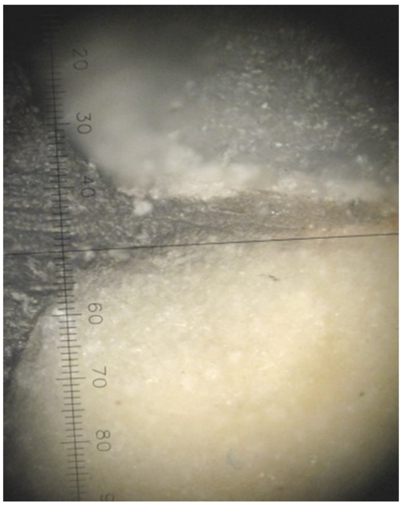
شكل 57-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العيّنة رقم (6) من مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة (بعد القص).



شكل 58-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العيّنة رقم (4) من من مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VMK 95) (بعد القص).



شكل 59-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العيّنة رقم (6) من مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN) (بعد القص).



شكل 60-3 : صورة مجهرية تظهر الفرجة الحفافية في العيّنة رقم (11) من مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) (بعد القص).

3-2-6 الدراسة الإحصائية لنتائج القياسات:

تّم حساب قيم مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) قبل القص لكل تاج من التيجان المدروسة في عّينة البحث، كما تّم قياسها في مرحلة ما بعد القص وحساب متوّسط قيمها لكل مجموعة من المجموعات المدروسة، ثّم أُجرِيت الدراسات التحليلية والإحصائية الآتية:

- دراسة تأثير المجموعة المدروسة على مسافة الفرجة الحفافية وفقاً لمرحلة القياس.
- دراسة تأثير مرحلة القياس على مسافة الفرجة الحفافيةوفقاً للمجموعة المدروسة.

وقد تّم إجراء اختبار تحليل التباين ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوّسط مسافة الفرجة الحفافية بين المجموعات المدروسة في كل مرحلة من مرحلتي القياس، ثّم أُجري اختبار Bonferroni للمقارنة الثنائية بين متوّسطات المتغّيرات المدروسة.

كما أُجري اختبار T ستيودنت للعّينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوّسط الفرجة الحفافية بين مجموعة القياسات التي أُجرِيت قبل القص وبعده في كل مجموعة من المجموعات المدروسة على حدة.

الباب الرابع

النتائج

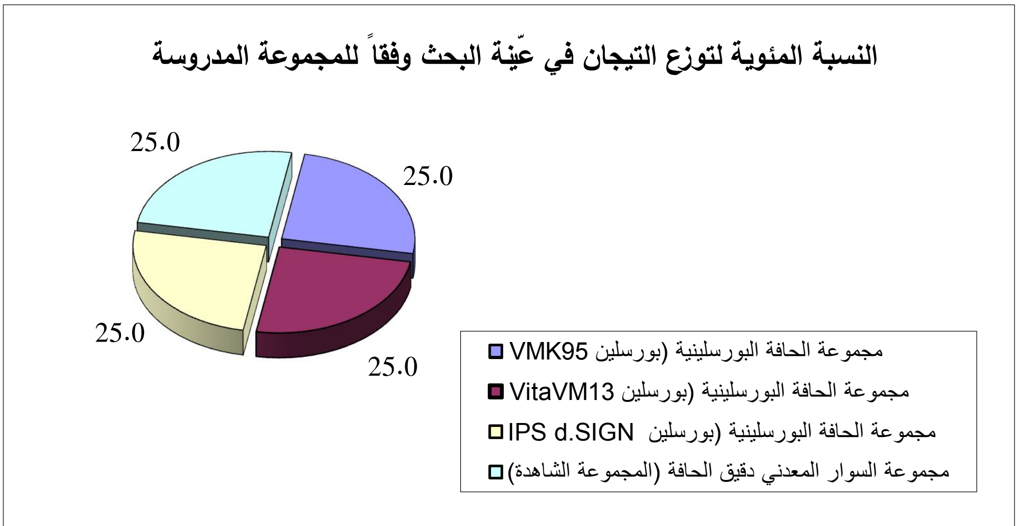
Results

4-1 وصف العّينة

تألّفت عّينة الدراسة من 60تاجاً خزفياً معدنياً مقّسمة إلى ثلاث مجموعات متساوية وفقاً لمادة البورسلين المستخدمة لبناء الحافة البورسلينية (مجموعة بورسلين VMK95، مجموعة بورسلين VitaVM13، مجموعة بورسلين IPS d.SIGN) بالإضافة إلى مجموعة السوار المعدنيدقيق الحافّة (المجموعة الشاهدة) ، وقد كان توزّع عّينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة كما هو موضّح في الجدول (4-1) والمخطط (4-1).

جدول 4 -1 :توزع عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة

المجموعة المدروسة	عدد التيجان	النسبة المئوية
مجموعة حافّة البورسلينية (بورسلين VMK95)	15	25.0
مجموعة حافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13)	15	25.0
مجموعة حافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN)	15	25.0
مجموعة السوار المعدني قيق الحافّة (المجموعة الشاهدة)	15	25.0
المجموع	60	100



مخطط 1-4 : يمثّل النسبة المئوية لتوزع عّينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة.

4-2 الدراسة الإحصائيّة التحليليّة

تّم قياس مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) عند 25 نقطة قياس موزّعة بشكل عشوائي على امتداد الحافّة الدهليزية إلى منتصف المنطقة الملاصقة في الجهتين الأنسية والوحشية لكل تاج من التيجان المدروسة في مرحلة ما قبل القص ثّم تّم حساب قيم هذه المسافة (بالميكرون) قبل القص لكل تاج من التيجان المدروسة في عّينة البحث كما في المعادلة الآتية:

مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) في القسم المدروس من كل تاج = المتوسّط الحسابي لمسافة الفرجة الحفافية المقاسة في النقاط الـ 25 في التاج نفسه

كما قيست مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) لكل تاج من التيجان المدروسة في مرحلة ما بعد القص في عّينة البحث، ثّم تّمت دراسة تأثير المجموعة المدروسة ومرحلة القياس على مسافة الفرجة الحفافية في عّينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي :

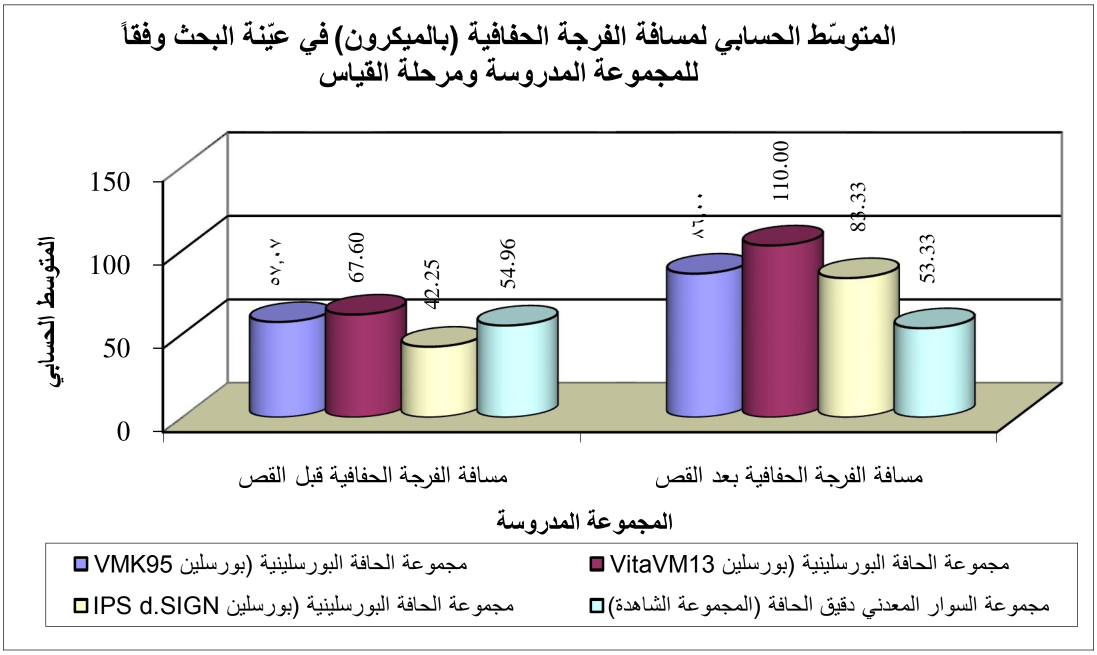
4-2-1 دراسة تأثير المجموعة المدروسة على مسافة الفرجة الحفافية وفقاً لمرحلة القياس:

لدراسة دلالة الفروق في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VMK95) ومجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) ومجموعةالحافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN) ومجموعة السوار المعدنيدقيق الحافّة (المجموعة الشاهدة) في كل مرحلة من مرحلتي القياس المدروستين (قبل القص / بعد القص) تّم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA كما يلي:

- **الإحصاءات الوصفية:**

جدول 2-4 : يبيّن المتوسّط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمسافة الفرجة الحفافية(بالميكرون) في عيّنة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة ومرحلة القياس

مرحلة القياس	المجموعة المدروسة	عدد التيجان	المتوسّط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
قبل القص	مجموعة الحافة البورسلينية (بورسلين VMK95)	15	57.07	33.30	8.60	20.8	107.6
	مجموعة الحافة البورسلينية (بورسلين VitaVM13)	15	67.60	35.12	9.07	26	152.8
	مجموعة الحافة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN)	15	42.25	13.20	3.41	20.8	72.8
	مجموعة السوار المعدني دقيق الحافة (المجموعة الشاهدة)	15	54.96	21.76	5.62	29.6	100.4
بعد القص	مجموعة الحافة البورسلينية (بورسلين VMK95)	15	86.00	37.19	9.60	20	150
	مجموعة الحافة البورسلينية (بورسلين VitaVM13)	15	110.00	46.60	12.03	50	210
	مجموعة الحافة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN)	15	83.33	21.60	5.58	50	120
	مجموعة السوار المعدني دقيق الحافة (المجموعة الشاهدة)	15	53.33	27.43	7.08	10	110.00



مخطط 2-4 : يمثل المتوسط الحسابي لمسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة ومرحلة القياس.

- **نتائج اختبار تحليل التباين ANOVA:**

جدول 3-4 : يبيّن نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المجموعات في كل مرحلة من مرحلتي القياس المدروستين (قبل القص/ بعد القص) في عيّنة البحث

مرحلة القياس		مجموع المربّعات	درجات الحرّية	تقدير التباين	F	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
قبل القص	بين المجموعات	4869.40	3	1623.13	2.172	0.102	لا توجد فروق دالّة
	داخل المجموعات	41855.23	56	747.41			
	المجموع	46724.63	59				
بعد القص	بين المجموعات	24271.67	3	8090.56	6.780	0.001	**توجد فروق دالّة**
	داخل المجموعات	66826.67	56	1193.33			
	المجموع	91098.33	59				

يُلاحَظ في الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في مرحلة ما قبل القص؛ أي أنّه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المجموعات المدروسة قبل القص في عيّنة البحث.

أمّا في مرحلة ما بعد القص فيُلاحَظ أنّ قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05؛ أي أنّه عند مستوى الثقة 95% يوجد على الأقل أحد متوسّطات مسافة الفرجة الحفافية يختلف اختلافاً جوهرياً عن متوسّط آخر في المجموعات المدروسة، وذلك في مرحلة ما بعد القص. ولمعرفة أيّ من المتوسّطات يختلف عن الآخر تّم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni كما هو موضّح في الجدول (4-4).

جدول 4-4 : يبيّن نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المجموعات في مرحلة ما بعد القص في عيّنة البحث.

المرحلة المدروسة	المجموعة المدروسة (I)	المجموعة المدروسة (J)	الفرق بين المتوسّطين (I-J)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
بعد القص	VMK95	VitaVM13	-24.00	12.61	0.373	لا توجد فروق دالّة
		IPS d.SIGN	2.67	12.61	1.000	لا توجد فروق دالّة
		المجموعة الشاهدة	32.67	12.61	0.073	لا توجد فروق دالّة
	VitaVM13	IPS d.SIGN	26.67	12.61	0.234	لا توجد فروق دالّة
		المجموعة الشاهدة	56.67	12.61	0.000	**توجد فروق دالّة**
	IPS d.SIGN	المجموعة الشاهدة	30.00	12.61	0.125	لا توجد فروق دالّة

يُلاحَظ في الجدول السابق أنّ قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية بين مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) والمجموعة الشاهدة، أي أنّه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) والمجموعة الشاهدة؛ وبما أنّ الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسّطين موجبة نستنتج أنّ قيم مسافة الفرجة الحفافية في مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) كانت أكبر منها في المجموعة الشاهدة في عيّنة البحث.

أمّا بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية فيُلاحَظ أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05؛ أي أنّه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية بين مجموعات المادّة المعنّية في عيّنة البحث.

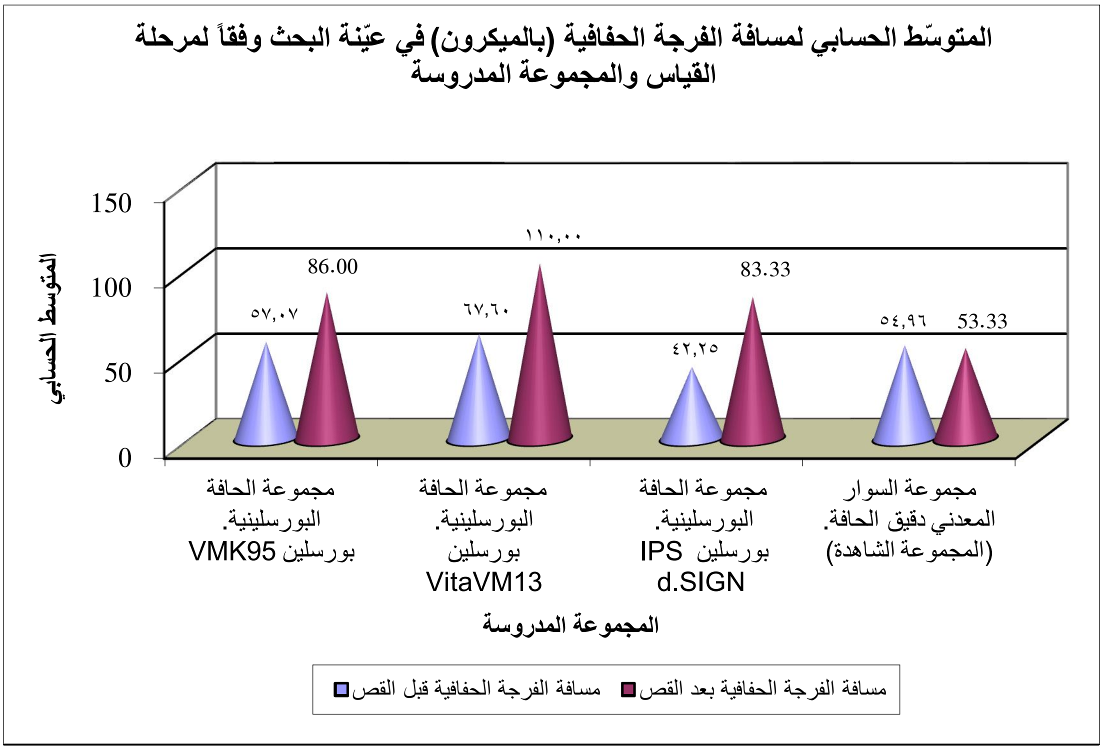
4-2-2 دراسة تأثير مرحلة القياس (قبل القص / بعد القص) على مسافة الفرجة الحفافية وفقاً للمجموعة المدروسة:

تّم إجراء اختبار T ستيودنت للعيّنات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أُجريت قبل القص ومجموعة القياسات التي أُجريت بعد القص في عيّنة البحث، وذلك في كل مجموعة من المجموعات المدروسة على حدة كما يلي:

- **الإحصاءات الوصفية:**

جدول 4-5 : يبيّن المتوسّط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) وفقاً لمرحلة القياس والمجموعة المدروسة

المجموعة المدروسة	مرحلة القياس	عدد التيجان	المتوسّط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري
مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VMK95)	قبل القص	15	57.07	33.30	8.60
	بعد القص	15	86.00	37.19	9.60
مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13)	قبل القص	15	67.60	35.12	9.07
	بعد القص	15	110.00	46.60	12.03
مجموعة الحافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN)	قبل القص	15	42.25	13.20	3.41
	بعد القص	15	83.33	21.60	5.58
مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة (المجموعة الشاهدة)	قبل القص	15	54.96	21.76	5.62
	بعد القص	15	53.33	27.43	7.08



مخطط 3-4 : يمثّل المتوسّط الحسابي لمسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) وفقاً لمرحلة القياس والمجموعة المدروسة.

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعّينات المترابطة:**

جدول 6-4 : يبيّن نتائج اختبار T ستيودنت للعّينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أجريت قبل القص ومجموعة القياسات التي أجريت بعد القص في عَينة البحث، وذلك في كل مجموعة من مجموعات المادّة المدروسة على حدة

المجموعة المدروسة	الفرق بين المرحلتين في:			قيمة t المحسوبة	درجات الحّرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
	المتوسّط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري				
مجموعة حافّة البورسلينية (بورسلين VMK95)	-28.93	17.39	4.49	-6.445	14	0.000	<u>توجد فروق دالّة.</u>
مجموعةالحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13)	-42.40	31.66	8.17	-5.187	14	0.000	<u>توجد فروق دالّة.</u>
مجموعة حافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN)	-41.08	15.05	3.89	-10.574	14	0.000	<u>توجد فروق دالّة.</u>
مجموعة السوار المعدني قيق الحافّة (المجموعة الشاهدة)	1.63	11.10	2.87	0.568	14	0.579	لا توجد فروق دالّة.

يُلاحَظ في الجدول السابق أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة للمجموعة الشاهدة؛ أي أنّه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أجريت قبل القص ومجموعة القياسات التي أجريت بعد القص في المجموعة الشاهدة من عّينة البحث.

أّما بللنبة لباقي المجموعات المدروسة فيُ لاَحظ أّن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05؛ أي أّنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أُجريت قبل القص ومجموعة القياسات التي أُجريت بعد القص؛ وبما أّن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسّطات سالبة نستنتج أّن مسافة الفرجة الحفافية في مجموعة القياسات بعد القص كانت أعلى منها في مجموعة القياسات التي أجريت قبل القص، وذلك في كل من مجموعةالحافّة البورسلينية (بورسلين VMK95) ومجموعةالحافّة البورسلينية (بورسلين VitaVM13) ومجموعةالحافّة البورسلينية (بورسلين IPS d.SIGN) من عّينة البحث.

ملاحظة: يمكن الرجوع إلى قيم مسافة الفرجة الحفافية المسّجلة (بالميكرون) للعّينات جميعها في الجدول التوضيحي بالملحق صـ 122 و123.

الباب الخامس

المناقشة

Discussion

5-1 مناقشة مواد وطرائق البحث
Discussion of material and methods

استُخدم كل من بورسلين IPS d.SIGN وبورسلين VitaVM13 في هذه الدراسة باعتبارهما نمطين حديثين من البورسلين المعدني ويتمتّعان بمزايا عديدة،[109،101] كما استُخدم بورسلين VMK95 لكونه يمثّل النمط التقليدي للبورسلين المعدني ويستخدم بشكل واسع من قبل تقنّيي الأسنان، وتختلف هذه الأنواع الثلاثة من البورسلين المعدني في بنيتها المجهرية.

اختير تصميم السوار المعدني دقيق الحافّة feather edge ليمثّل العّينة الشاهدة باعتباره إلى جانب الحافّة البورسلينية الدهليزية التصميم الأكثر شيوعاً في الترميمات الخزفية المعدنية في منطقة الضواحك والأسنان الأمامية العلوية.[21]

توجد صعوبة في تقييم الانطباق الحفافي للتيجان سريرياً مقارنة بالدراسة المخبرية،[36،14] لذلك نُفّذت هذه الدراسةمخبرياً بظروف عمل مشابهة قدر الإمكان للواقع السريري؛ حيث اختيرت سن أكريلّية لها نفس حجم وأبعاد الثّنية العلوّية الطبيعّية، وقد حُضّرت وفقاً للأصول العلمية وضمن المعايير السريرية،[91،85،21] كذلك الأمر بالنسبة للإجراءات الأخرى من أخذ الطبعات والعمل المخبري (تشميع، صب، إنهاء المعدن، تطبيق المواد البورسلينية) وتجربة المعدن والتيجان النهائيةفحص انطباقها باستخدام المسبر، وقد بُذل كل الجهد لتكون جميع العّينات متساوية في الثخانة ومتشابهة في الشكل وخاضعة للإجراءات المخبرية نفسها.

أُلغَيت مشكلة اختلاف أبعاد وشكل التحضير بين سن وأخرى، وذلك باستخدام توأم رئيسي مفرد master die عوضاً عن 60 سن، وبهذا يبدأ تصنيع جميع التيجان من الوضع الأصلي نفسه،[36،12] وقد صُبَّت السن الأكريلية بعد تحضيرها بخليطة معدنية ليكون التوأم الرئيسي معدنياً؛ وذلك لمنع حدوث أيّ خدش أو أذّية أو تبدّل في الحواف أثناء تكرار عملّية القياس لكل تاج من عّينة البحث.

فيما يتعلّق بتصميم القلنسوة المعدنية للتيجان ذات الحواف البورسلينية، فقد قُصِّت حوافّها عمودياً مسافة 1 ملم من الجهة الدهليزية إلى منتصف المنطقة الملاصقة، وذلك استناداً إلى دراستي كل من O'Boyle[75] وLehner[57] اللذين اعتبراه التصميم المثالي في التيجان الخزفية المعدنية ذات الحواف البورسلينية؛ حيث يسمح هذا التصميم بالاستفادة القصوى من الميزة التجميلية للحواف البورسلينية دون إضعاف متانتها أو تعقيد عملية تصنيعها مخبرياً.

طبِّق البورسلين الكتفي وخُبز على مرحلتين في مجموعات الحواف البورسلينية الثلاث، وذلك حسب تعليمات الشركة المُصنّعة لكل نوع من أنواع البورسلين المستخدم، ووفقاً لبعض مراجع التعويضات الثابتة،[114،85] وبشكل مشابه لبعض الدراسات السابقة؛[118،95،75،64،31،6] حيث أنّ الخبزة الواحدة للبورسلين الكتفي تكون غير كافية لتأمين انطباق حفافي جيد نتيجة الفراغ المُتشكّل بين البورسلينوحافّة التوأم والذي يقدّر بـ 0.2–0.3 ملم؛[114] ممّا يستدعي تطبيقاً ثانياً للبورسلين الكتفي يكون كافياً للحصول على انطباق حفافي مقبول.

أمّا بخصوص الإلصاق؛ فلم تلُصق التيجان على التوأم الرئيسي أو على التوائم الجبسية بالشّكل الروتيني عند إجراء القياسات، مع العلم أنّ استخدام إسمنت الإلصاق يقرّب البحث أكثر من الواقع السريري، إلاّ أنّ إلصاق التيجان بالشّكل المتّبع سريرياً يضيف متغيراً آخراً وهو إسمنت الإلصاق؛ حيث تتأثّر النتائج بنوعه وقوامه وتقنية الإلصاق،[42،8] كما أنّ الإسمنت يشوّش الرؤيا تحت المجهر؛ ممّا يؤدّي إلى صعوبة في تحديد نقاط مرجعية دقيقة بسبب حجب الإسمنت لبعضها، كما تصعب رؤية الفراغ بوضوح،[42،36] وقد أوصى Hilgert وزملاؤه بعدم إلصاق التيجان عند مقارنة الانطباق الحفافي لأنظمة ومواد مختلفة.[42]

<u>*طريقة فحص الانطباق الحفافي:*</u>

استخُدمت بداية طريقة الرؤية المباشرة direct view لفحص انطباق الحواف لتشمل كامل الحافّة المدروسة عوضاً عن دراسة نقطة معّينة.

اختلف الباحثون في تحديد عدد نقاط القياس الواجب اتّخاذها لدراسة الانطباق الحفافي للتاج، حيث تراوح العدد من 4 نقاط[73،46،34،6] إلى أكثر من 100 نقطة للتاج الواحد.[36]

بالاستناد إلى دراسة Groten وزملاؤه،[37] فإنّ اتّخاذ 4–12 نقطة على كامل محيط السن لا يعتبر كافياً لتحديد دقّة الانطباق الحفافي خصوصاً عند المقارنة بين أنظمة مختلفة أو مراحل تصنيع متنّوعة، كما أنّ اتخاذ 100نقطة أو أكثر يعتبر أمراً مجهداً ويتطلّب الكثير من الوقت؛ لذلك فقد اعتبر أنّ 50 نقطة على كامل محيط السن كافية لتقديم معلومات مفيدة من الناحية السريرية، وقد اتُّخذت 25 نقطة قياس في الدراسة الحالّيِة على امتداد الحافّة المدروسة (نصف محيط السن) واختيرت بشكل عشوائي، حيث لم يجد Groten وزملاؤه[37] فارقاً في نتائج الانطباق الحفافي عند اختيار نقاط القياس عشوائياً أو عند تباعدها بمسافات متساوية.

كذلك دُرِسَت الفرجة الحفافية على المقاطع الطولّية للغّليت؛ بحيث يؤُخذ تدوُّر الحواف الخارجية للبورسلين بعين الاعتبار؛ وبالتالي تدُرس المسافة الأهم من الناحية الحيوية[93] والتي لا يمكن

دراستها بالرؤية المباشرة، بالإضافة إلى أنّ تدوُّر حواف البورسلين يعتبر من أهم المشاكل المرافقة لتقنية التطبيق المباشر للحافة البورسلينية والتي لا يمكن تجاهلها. [22،107،108]

بالمقابل لم يؤخذ تدوُّر الحافة الخارجية للتوأم الجبسي بعين الاعتبار عند إجراء القياسات؛ لتجنّب الابتعاد عن قيم الفرجة الحفافية الحقيقية نتيجة تَخَرُّب الحافّة الخارجية لبعض التوائم الجبسية.

كما لم تؤُخذ زيادة امتداد الحواف أو نقصها بالمستوى الأفقي بعين الاعتبار؛ حيث أنّ الامتداد الزائد أو الناقص للحواف لا يؤثّر على انحلال الإسمنت ويكون تأثيره مرتبط بتجّمع اللويحة الجرثومية وصعوبة التنظيف فقط،[3] بينما يرتبط انحلال الإسمنت بشكل مباشر بمسافة الفرجة الحفافية (المسافة العمودية) بالإضافة إلى مشكلة تجّمع اللويحة الجرثومية ضمن هذه المسافة.

كما أنّ زيادة امتداد الحواف أو نقصها يتأثّر بشكل مباشر بدقّة إنهاء الحواف من قبل المخبري أكثر من تأثّره بنوع المادّة المستخدمة لبناء الحافّة.

5-2 مناقشة نتائج البحث

Discussion of results

قيم الفرجة الحفافية (قبل قص العّينات):

أظهر بورسلين IPS d.SIGN الكتفي أفضل انطباق حفافي بين المجموعات الأربع المدروسة؛ حيث بلغ متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (42.25 ميكرون)، بينما أبدى بورسلين VitaVM13 الكتفي أسوأ انطباق حفافي وكان متوسّط مسافة الفرجة الحفافية (67.60 ميكرون)، أمّا مجموعة السوار المعدني دقيق الحافّة (المجموعة الشاهدة) ومجموعة بورسلين VMK95 فقد بلغ متوسّط الفرجة الحفافية في كل منهما (54.96 ميكرون) و(57.07 ميكرون) على التوالي، مع ذلك لم تكن هذه الفروق بين المجموعات الأربع ذات دلالة إحصائية.

عند مقارنة هذه النتيجة مع الدراسات السابقة التي درست الانطباق الحفافي دون قص العّينات، نجد أنّها اختلفت مع دراستي كل من Chafee وزملائه[19] وLimkangwalmongkol وزملائه؛[59] حيث وجد Chafee أنّالانطباق الحفافي للسوار المعدني دقيق الحافّة أعلى وبفارق جوهري عن انطباق الحافّة البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية، بينما ناقضه Limkangwalmongkol الذي وجد أنّ انطباق الحواف البورسلينية أعلى من انطباق السوار المعدني دقيق الحافّة وبفارق جوهري، ويظهر هذا الاختلاف في الدراسات نتيجة اختلاف نوع البورسلين والخليطة المعدنية المستخدمة، واختلاف طريقة الدراسة والأجهزة المستخدمة لدراسة الانطباق الحفافي.

يمكن تفسير تفّوق بورسلين IPS d.SIGN الكتفي بانطباقه الحفافي على النوعين الآخرين من البورسلين الكتفي (وإن كانت الفروق غير جوهرية) لارتفاع محتواه من الألومينا (20% وزناً) مقارنة مع بورسلين VMK95 الكتفي (17% وزناً) وبورسلين VitaVM13 الكتفي الذي يحتوي على أقل نسبة من الألومينا (16% وزناً).

كما أنّ درجة حرارة خبز بورسلين IPS d.SIGN الكتفي أعلى من درجة حرارة خبز البورسلين العاجي والمينائي بـ (20° م)؛ أي أنّ البورسلين الكتفي لا يتأثّر (يتشّوه أو ينساب) عند خبز الطبقات اللاّحقة من البورسلين العاجي والمينائي، بالمقابل تكون درجة حرارة خبز البورسلين الكتفي VMK95 مساوية لدرجة حرارة خبز البورسلين العاجي والمينائي، أمّا بورسلينVitaVM13 الكتفي فإنّ درجة حرارة خبزه أعلى بـ (10° م) فقط عن درجة حرارة خبز البورسلين العاجي والمينائي.

بالإضافة إلى سهولة التعامل اليدوي مع بورسلين IPS d.SIGN الكتفي (التكثيف والفصل عن الكتف) مقارنة بالنوعين الآخرين للبورسلين الكتفي.

وجدير بالذّكر أنّ غالبية الحواف البورسلينية المدروسة أظهرت تبايناً في قيم الفرجة الحفافية باختلاف منطقة القياس على امتداد الحافة يمكن أن يُعزى ذلك إلى التقلّص غير المنتظم للبورسلين أثناء الخبز، بالإضافة إلى عدم تماثل شكل وسماكة حواف التاج، وقد اتفّقت هذه النتيجة مع دراسة كل من Martignoni وSchönenberger؛[63] حيث تراوحت قيم الفرجة الحفافية للحافّة البورسلينية للتاج الواحد في دراستهما من 10 ميكرون إلى 180 ميكرون.

لوحظ من خلال البيانات أنّ انطباق الحافّة البورسلينية في الجهة الدهليزية كان أفضل من انطباقها على الأطراف (المنطقة الملاصقة)، وذلك في جميع أنواع البورسلين المستخدمة في الدراسة، ويمكن أن يُفسَّر هذا الأمر بأن سماكة الحافّة البورسلينية عند الأطراف تكون أقل منها عند الحافّة الدهليزية؛ وباعتبار أن البورسلين يتقلّص باتجاه كتلته الأكبر[21] فإن الحواف البورسلينية الأقل سماكة ستتقلّص وتبتعد عن حافّة التوأم باتجاه الكتلة الأكبر.[95]

وقد اختلفت هذه النتيجة مع نتائج دراسة Arnold وAquilino[6] التي أظهرت أنّ انطباق الحافّة في المركز أسوأ من الأطراف، وقد علّلا تلك النتيجة بأنّ دعم الهيكل المعدني على الأطراف كان أفضل من الدعم في مركز الحافة الدهليزية.

<u>*قيم الفرجة الحفافية بعد القص (على المقاطع الطولّية):*</u>

أظهرت نتائج الدراسة (بعد قص العّينات) تفّوق الانطباق الحفافي للسوار المعدني دقيق الحافّة (المجموعة الشاهدة) (53.33 ميكرون) على باقي المجموعات المدروسة، وقد كان الفارق جوهرياً بينها وبين المجموعة الرابعة (بورسلين VitaVM13)، بينما لم تكن الفروق دالّة إحصائياً بين المجموعة الشاهدة وكل من المجموعة الثانية (بورسلين VMK95) والمجموعة الثالثة (بورسلين IPS d.SIGN) ويُعزى سبب تفّوق الحافّة المعدنية إلى عدم تدوُّرها مقارنة بالحواف البورسلينية، وقد اتفّقت هذه النتيجة مع استنتاجات Strating وزملائه[95] اللذين درسوا الانطباق الحفافي بالمقاطع الطولّية واستنتجوا أنّ انطباق السوار المعدني دقيق الحافّة أفضل من انطباق الحافّة البورسلينية.

وتفّوق بورسلين IPS d.SIGN الكتفي بانطباقه الحفافي (83.33 ميكرون) على بورسلين VMK95 الكتفي (86 ميكرون) وبورسلين VitaVM13 الكتفي (110 ميكرون)، ومع ذلك لم تكن الفروق بينهم ذات دلالة إحصائية.

عند مقارنة قيم مسافة الفرجة الحفافية بين مرحلتي القياس لكل مجموعة من المجموعات المدروسة، نجد أنّ متوسّط مسافة الفرجة الحفافية للمجموعة الشاهدة لم يختلف بشكل جوهري بين مرحلتي القياس (54.96 ميكرون قبل القص، 53.33 ميكرون بعد القص)، بينما أظهرت الحواف البورسلينية في المجموعات الثلاث فروقاً جوهرية في قيم متوسّط الفرجة الحفافية بين مرحلتي القياس، وهذه النتيجة متوقّعة بسبب أخذ تدوُّر الحواف الخارجية للبورسلين بعين الاعتبار عند قياس الفرجة الحفافية في المقاطع الطولّية.

وقد كان مقدار الزيادة في مسافة الفرجة الحفافية (28.93 ميكرون) عند قياسها بعد القص في المجموعة الثانية (بورسلين VMK95)، بينما كانت الزيادة (41.08 ميكرون) في المجموعة الثالثة (بورسلين IPS d.SIGN) و(42.40 ميكرون) في المجموعة الرابعة (بورسلين VitaVM13)، وبالتالي يمكن الاستنتاج من هذه النتائج أن مقدار تدوُّر الحافّة البورسلينية المُصنَّعة من بورسلين VMK95 الكتفي كان أقل من تدوُّر الحافّة البورسلينية المُصنَّعة من بورسلين IPS d.SIGN الكتفي أو بورسلين VitaVM13 الكتفي.

بشكل عام تشابهت قيم متوسّطات الفرجة الحفافية للحواف البورسلينية في هذه الدراسة مع القيم التي حصل عليها كل من Lamonto وWeiner[56] (49.1 ميكرون) وAbbate وزملائه[1] (57 ميكرون) وStrating وزملائه[95] (69.06 ميكرون) وMorris[73] (66 ميكرون)، وكانت أقل من القيم التي حصل عليها Arnold وAquilino[6] (115 ميكرون) وMatsumoto وزملائه[64] (127 ميكرون)، وأكبر من تلك التي حصل عليها كل من Boyle وزملائه[15] (8.2 ميكرون) وWanserski وزملائه[107] (15 ميكرون) وBelles وزملائه (25.17 ميكرون) وLimkangwalmongkol وزملائه[59] (27.93 ميكرون) وOmar[76] (33 ميكرون) وBelser وزملائه[11] (33 ميكرون) وWest وزملائه[108] (33.4 ميكرون)، ويمكن تفسير تفّوق نتائج هذه الدراسات على نتائج الدراسة الحالّية إلى أنّ غالبّيتها أجرت 3 خبزات للحافّة البورسلينية عوضاً عن خبزتين، بالإضافة إلى اختلاف تصميم المعدن حيث تّم تقصير المعدن في تلك الدراسات بشكل أفقي فقط دون التقصير العمودي (باستثناء دراسة Belles وزملائه[9])؛ وبالتالي تكون الحافّة البورسلينية مدعومة بشكل أفضل.

مع ذلك يجدر القول أّنه من الصعب الاعتماد على تلك المقارنة بين نتائج الدراسات السابقة ونتائج الدراسة الحالّية نظراً لاختلاف طريقة وأجهزة القياس المستخدمة،[98] وعدد نقاط القياس وموقعها،[113] ومقدار القّوة المطّبقة لتثبيت التاج عند إجراء القياسات، بالإضافة لإلصاق التيجان أو عدمه،[12] واختلاف نوع البورسلين المستخدم، ونوع التحضير،[63] كما أنّ لمهارة التقني دوراً مهماً في التأثير على نتائج الانطباق.[12]

تعارضت نتائج البحث مع ادّعاء الشركة المُصنِّعة لبورسلين VitaVM13 بأنّ درجة تقلّصه أقل من البورسلين التقليدي؛ فقد أعطى قيماً أعلى للفرجة الحفافية مقارنة بالبورسلين التقليدي VMK95،يمكن أن يُعزى ذلك إلى دقّة حجم حبيبات مسحوقه مقارنة ببورسلين VMK95 وبالتالي تكون درجة تقلّصه أكبر عند خبزه،[66] بالإضافة إلى انخفاض نسبة الألومينا فيه مقارنة ببورسلين VMK95.

تضاربت آراء الباحثين حول مقدار الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً، وقد توصّل Mclean و von Fraunhofer[68] في دراسة سريرية مطّولة تناولت 1000 ترميم واستمّرت لمدة خمس سنوات إلى أنّ مسافة 120 ميكرون تُعتبر الحد الأقصى للفرجة الحفافية المقبولة سريرياً.

وبحسب Gardner[30] فإنّ قيمة الفرجة الحفافية الأقل من 25 ميكرون تُعتبر نظرّية وليست واقعّية لتمثّل مسافة الفرجة الحفافية على كامل حافّة التاج، كما أنّ القيمة التي تزيد عن 120 ميكرون تُعتبر معياراً ضعيفاً لا يُعتمد عليه في الحصول على ترميم ذو جودة عالية.

بذلك تكون قيم الفرجة الحفافية (قبل القص وبعده) لجميع الحواف البورسلينية المدروسة في هذا البحث ضمن الحدود المقبولة سريرياً، وتتفّق هذه النتيجة مع استنتاجات كل من Goldin وزملائه[34] و Lamonto و Weiner[56] و Abbate وزملائه[1] و Omar[76] و West وزملائه[108] و Cooney وزملائه[22] و Belser وزملائه[11] و Limkangwalmongkol وزملائه[59] و Arnold و Aquilino،[6] بينما تختلف مع دراسة Strating وزملائه[95] اللذين اعتبروا أنّ انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية غير مقبول سريرياً.

الباب السادس

الاستنتاجات

Conclusions

بعد دراسة نتائج البحث ومناقشتها، وضمن معطيات هذه الدراسة؛ يمكن استنتاج الآتي:

1. يُظهر بورسلين IPS d.SIGN الكتفي أفضل انطباق حفافي مقارنة ببورسلين VMK95 الكتفي وبورسلين VitaVM13 الكتفي الذي أظهر أسوأ انطباق حفافي، دون وجود فروق دالّة إحصائياً.
2. تبدي جميع أنواع البورسلين الكتفي المدروسة تدوّراً واضحاً في حوافّها الخارجية، بالمقابل لم يظهر السوار المعدني دقيق الحافّة أيّ تدوُّراً في حوافه.
3. إنّ انطباق البورسلين الكتفي عند الحواف الأكثر سماكة (الجهة الدهليزية) أفضل من انطباقه في منطقة الحواف الأقل سماكة (المنطقة الملاصقة).
4. تبدي الأنواع الثلاثة من البورسلين الكتفي انطباقاً حفافياً غير متجانس على امتداد الحافّة.
5. يتفوّق بورسلين IPS d.SIGN الكتفي بانطباقه الحفافي على السوار المعدني دقيق الحافّة وذلك على امتداد الحافّة المدروسة، بينما تفوّق الأخير بانطباقه على النوعين الآخرين من البورسلين الكتفي، دون وجود فروق دالّة إحصائياً بين المجموعات.
6. يتفوّق السوار المعدني دقيق الحافّة بانطباقه الحفافي على الحواف البورسلينية عند أخذ تدوُّر الحواف بعين الاعتبار، دون وجود فروق ذات دلالة إحصائية بينها، باستثناء مع بورسلين VitaVM13.
7. يمكن الحصول على انطباق حفافي مقبول من الناحية السريرية في الترميمات الخزفية المعدنية باستخدام السوار المعدني دقيق الحافّة أو الحافّة البورسلينية المُصنَّعة من أيّ نوع من أنواع البورسلين الكتفي المدروسة والمُطبَّقة بطريقة التطبيق المباشر.

الباب السابع

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

7-1 مقترحات لأبحاث مستقبلية

Suggestions for further studies

1. إجراء دراسة لمقارنة انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية مع حواف بعض الأنظمة الحديثة للترميمات الخزفية الكاملة.
2. إجراء دراسة حول تأثير التصاميم المختلفة (مقدار التقصير العمودي) للهيكل المعدني على انطباق الحافّة البورسلينية.
3. دراسة الانطباق الحفافي للحواف البورسلينية الممتدة على كامل محيط السن في الترميمات الخزفية المعدنية.
4. إجراء دراسة لمعرفة مدى تأثّر انطباق الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية باختلاف تقني الأسنان الذي يقوم بتصنيعها.
5. دراسة تأثير عدد مّرات خبز البورسلينالكتفي على انطباق الحافّة البورسلينية.
6. دراسة انطباق الحواف البورسلينية في الجسور الخزفية المعدنية.
7. مقارنة المواد البورسلينية المدروسة في هذا البحث من جوانب أخرى كالخواص الميكانيكية والفيزيائية.

7-2 التوصيات
Recommendations

1. ضرورة إجراء الأبحاث عن المواد السّنية الحديثة بشكل مستمر، والعمل على تقييمها مخبرياً وسريرياً، والتحقّ ق من ادّعاءات الشركات المُصنِّعة.
2. الاهتمام بموضوع الانطباق الحفافي للتعويضات الثابتة في الأبحاث العلمية، وتوعية أطّباء الأسنان حول أهّمية التحقّ ق من انطباق حواف أيّ ترميم بأعلى المقاييس المتاحة ضمن الممارسة السريرية.
3. استخدام الحواف البورسلينية في الترميمات الخزفية المعدنية ما دعت حاجة المريض التجميلية لذلك دون الخوف من مشكلة سوء انطباقها.

الباب الثامن

المصادر

References

A

1. Abbate MF, Tjan AH, Fox WM. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. J Prosthet Dent 1989;61:527-531.
2. Adamczyk E, Spiechowiz E. Plaque retaining capacity of four dental materials. Int J Prosthodont 1990;3:285-288.
3. Akbar JH, Petrie CS, Walker MP, Williams K, Eick JD. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. J Prosthodont 2006;15:155-163.
4. Anusavice KJ, Hojjatie B. Stress Distribution in Metal-Ceramic Crowns with a Facial Porcelain Margin. J Dent Res 1987;66:1493-1498.
5. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed, Saunders, St. Louis, Missouri, 2003, p.655-662,666-672.
6. Arnold HN, Aquilini SA. Marginal adaptation of porcelain margins in ceramometal restorations. J Prosthet Dent 1988;59:409-417.
7. Assif D, Antopolski B, Helft M, Kaffe I. Comparison of methods of clinical evaluation of marginal fit of complete cast crowns. J Prosthet Dent 1985;54:20-24.

B

8. Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2005;93:346-355.
9. Belles D, Cronin R, Duke E. Effect of metal design and technique on the marginal characteristics of the collarless metal ceramic restorations. J Prosthet Dent 1991;65:611-619.
10. Bello A, Jarvis RH. A review of esthetic alternatives for the restoration of anterior teeth. J Prosthet Dent 1997;78:437-440.
11. Belser UC, MacEntee MI, Richter WA. Fit of three porcelain fused-to-metal marginal designs in vivo: a scanning electron microscope study. J Proshet Dent 1985;53:24-29.
12. Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. J Oral Rehabil 1999;26:582-593.

13. Biffar R, Weltzsch U. Accuracy of fit of veneer crowns with ceramic shoulders [Abstract]. Dtsch Zahnarztl Z 1989;44:779-782.
14. Boeckler AF, Sadler A, and Setz A . The significance of marginal gap and overextension measurement in the evaluation of the fit of complete crowns . J Contemp Dent Pract 2005;4:1-12.
15. Boyle JJ, Naylor WP, Blackman RB. Marginal accuracy of metal-ceramic restorations with porcelain facial margins. J Prosthet Dent 1993;69:19-27.
16. Buso L, Hilgert E, Neisser MP, Bottino MA. Marginal fit of electroformed copings before and after the coction of the porcelain. Braz J Oral Sci 2004;3:409-413.
17. Buchanan WT, Savre CW, Turner KA. The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. J Prosthet Dent 1981;45:502-506.

C

18. Campbell SD, Pelletier LB. Thermal cycling distortion of metal ceramics: part I—metal collar width. J Prosthet Dent 1992;67:603-608.
19. Chaffee NR, Lund PS, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM. Marginal adaptation of porcelain margins in metal ceramic restorations. Int J Prosthodont 1991;4:508-516.
20. Chiche G, Radiguet J, Pinault A, Genini P. Improved esthetics for the ceramometal crown . Int J Periodont Rest Dent 1986;6:76-87.
21. Chiche G, Pinault A. Esthetics of Anterior Fixed Prosthodontics. Quintessence Publishing, Carol Stream, IL, 1994, p.84-86.
22. Cooney JP, Richter WA, MacEntee MI. Evaluation of ceramic margins for metal-ceramic restorations. J Prosthet Dent 1985;54:1-5.

D

23. Dderich DN, Savre CW, Peterson LC, Turner KA. The effect of repeated firings on the margins of nonprecious ceramometals. J Prosthet Dent;184;51:628-630.
24. Dedmon H. Disparity in expert opinions on size of acceptable margin openings. Operative Dent1982;7:97-101.

25. Donovan TE, Prince J. An analysis of margin configurations for metal-ceramic crowns. J Prosthet Dent 1985;53:153-157.

26. Donovan TE, Chee WW. Cervical margin design with contemporary esthetic restorations. Dent CLin N Am 2004;48:417-431.

E

27. Ehrenberg D, Weiner GI, Weiner S. Long-term effects of storage and thermal cycling on the marginal adaptation of provisional resin crowns: A pilot study J Prosthet Dent 2006;95:230-236.

F

28. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. J Prosthet Dent 1991;65:357-364.

29. Ferracane J. Materials In Dentistry. 2nd ed, Lippincott Williams & Wilkins, Maryland, 2001, p.159-161.

G

30. Gardner FM. Margins of complete crowns—literature review. J Prosthet Dent 1982;48:396-400.

31. Gardner FM, Tillman-McCombs KW, Gaston ML, Runyan DA. In vitro failure load of metal-collar margins compared with porcelain facial margins of metal–ceramic crowns. J Prosthet Dent 1997;78:1-4.

32. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 1981;45:136-145.

33. Gemalmaz D, Alkumru NH. Marginal fit change during the porcelain firing cycles. J Prosthet Dent 1995;73:49–54.

34. Goldin EB, Biyd NW, Goldstein GR, Hittelman EL, Thompson VP. Marginal fit of lucite-glass pressable ceramic restorations and

ceramic-pressed-to-metal restorarions. J Prosthet Dent 2005;93:143-147.

35. Goodacre CJ, Van Roekel NB, Dykema RW, Ullmann RB. The collarless metal-ceramic crown. J Prosthet Dent 1977;38:615-622.
36. Groten M, Girthofer S, Probster L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997;24:871-881.
37. Groten M, Axmann D, Probster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. J Prosthet Dent 2000;83:40-49.
38. Gu XH, Kern M. Marginal Discrepancies and Leakage of All-Ceramic Crowns: Influence of Luting Agents and Aging Conditions. Int J Prosthodont 2003;16:109–116.
39. Gustavsen F, Silness J. Margin fit of metal crowns and bridge retainers. Acta Odontol Scand 1985;43:285-288.

H

40. Hamaguchi H, Cacciatore A, Tueller VM. Marginal distortion of the porcelain-bonded-to-metal complete crown: an SEM study. J Prosthet Dent 1982;47:146-153.
41. Harrison L, Huffman T, Goldfogel M. All-porcelain labial margin for ceramometal crowns. J Esthet Dent 1992;4:154-158.
42. Hilgert E, Buso L, Neisser MP, Bottino MA. Evaluation of marginal adaptation of ceramic crowns depending on the marginal design and the addition of ceramic. Braz J Oral Sci 2004;3:619-623.
43. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurements of marginal fit. J Prosthet Dent 1989;62:405-408.
44. Holmes JR, Pilcher ES, Rivers J, Stewart M .Marginal Fit of Electroforrned Ceramometal Crowns. J Prosthod 1996;5:111- 114.
45. Hsieh YL, Lai YL, Chen HL, Hung CY, Chen XL, Lee SY. Photoconductive method for measuring light transmission to the root of metal–ceramic and all-ceramic restorations. Dent Mater 2008;24:1230-1235.

46. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappel BP. Marginal fit of porcelain fused-to-metal and two types of ceramic crown. J Prosthet Dent 1990;63:26-31.

47. Hunt JL, Cruickshanks-Boyd DW, Davies EH. The marginal characteristics of collarless bonded porcelain crowns produced using a separating medium technique. Quintessence Dent Technol 1978;2:21-26.

J

48. Jalalian E, Jannati H, Mirzaei M. Evaluating the effect of a sloping shoulder and a shoulder bevel on the marginal integrity of porcelain-fused-to-metal (PFM) veneer crowns. J Contemp Dent Pract 2008:9:17-24.

K

49. Kappert HF. Modern metal-ceramic systems with omega 900 [Abstract]. Zahnnarztl Mitt 1996;18;1.

50. Kelly JR. Dental ceramics: What is this stuff anyway? J Am Dent Assoc 2008;139:4S-7S.

51. Kern M, Schaller HG, Strub JR. Marginal fit of restorations before and after cementation in vivo. Int J Prosthodont 1993;6:585-591.

52. Kessler JC, Brooks TD, Keenan MP. The direct lift-off technique for constructing porcelain margins. Quintessence Dent Technol 1986;10:145-148.

53. Knoernschild KL, Campbell SD. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. J Prosthet Dent 2000;84:492-498.

54. Koidis PT, Schroeder K, Johnston W, Campagni W. Color consistency, plaque accumulation, and external marginal surface characteristics of the collarless metal-ceramic restoration. J Prosthet Dent 1991;65:391-400.

55. Kurdvk B. Giuseppangelo Fonzi: Industrial Fabrication Promoter of Porcelain Prosthetics. J Hist Dent 1999;47,79-82.

L

56. Lamonto A, Weiner S. A comparative study of ceramic crown margins constructed using different techniques. J Prosthet Dent 1992;67:773-777.
57. Lehner CR, Munchen R, Scharer P, Variable reduced metal support for collarless metal ceramic crowns: A new model for strength evolution. Int J Prosthodont 1995;8:337-345.
58. Leinfelder KF. Porcelain esthetics for the 21st century. J Am Dent Assoc 2000;131:47S-51S.
59. Limkangwalmongkol P, Chiche GJ, Blatz MB. Precision of fit of two margin designs for metal-ceramic crowns. J Prosthodont 2007.
60. Lu YS, Yang HW. Experimental studies on the application of a porcelain-light-cured resin matrix system to the porcelain margin of metal-ceramic crowns. Dent Mater J 1995;14:1-13.

M

61. Manappallili JJ. Basic Dental Matreials. 2nd ed, Jaypee Brothers Medical Publishers, New Delhi, 2003, p.347-351.
62. Magne P, Magne M, Belser U. The esthetic width in fixed prosthodontics. J Prosthodont 1999;8:106–118.
63. Martignoni M, Schönenberger A. Precision Fixed Prosthodontics: Clinical and Laboratory Aspects. Quintessence Publishing, Chicago, 1990, p 458,459.
64. Matsumoto W, Baez RJ, Panzeri H. Comparative study of the direct-lift and platinum foil techniques in the marginal discrepancy of collarless metal ceramic restorations. Braz Dent J 1996 ;7: 109-113.
65. Matsumoto W, Antunes RPA, Orsi IA, Fernandes RM. Collarless Metal Ceramic Fixed Partial Denture: A Clinical Report. Braz Dent J 2001;12: 215-218.
66. Mclaren EA. Utilization of advanced metal-Ceramic technology: clinical and laboratory procedures for a lower-fusing porcelain. Pract Periodont Aesthet Dent 1998;10:835-842.
67. Mclaren EA, Giordano RA, Pober R, Abozenada B. Material testing and layering techniques of a new two-phase all-glass veneering

porcelain for bonded porcelain and high-alumina frameworks. Quintessence Dent Technol 2003;26:69-81.

68. McLean JW, Von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J 1971;131:107-111.

69. McLean JW. The science and art of dental ceramics, vol. 2: Bridge design and laboratory procedures in dental ceramics, Quintessence Publishing, Chicago, 1980, p.322.

70. Mclean JW, ed. Dental Ceramics: Proceedings of the First International Symposium on Ceramics. Quintessence Publishing, Carol Stream, IL, 1983, p.184,208, 301.

71. Meyenberg K. Modified porcelain-fused-to-metal restorations and porcelain laminates for anterior aesthetics. Pract Periodont Aesthet Dent 1995;7:33-44.

72. Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. Nondestructive, in vitro quantification of crown margins. J Prosthet Dent 2001;85:575-584.

73. Morris HF. Quantitative and qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain shoulder, and cast metal full crown margins. J Prosthet Dent 1992;67:198-203.

N

74. Nejatidanesh F, Lotfi HR, Savabi O. Marginal accuracy of interim restorations fabricated from four interim autopolymerizing resins. J Prosthet Dent 2006;95:364-367.

O

75. O’ Boyle KH, Noling BK, Cagra DR, Phoenix RB. An investigation of new metal framework design for metal ceramic restorations J Prosthet Dent 1997; 78: 295-301 .

76. Omar R. scanning electron microscopy of the marginal fit of ceramometal restorations with facially butted porcelain margins. J Prosthet Dent 1987;58:13-19.

77. Oruc S, Tulunoglu Y. Fit of titanium and a base metal alloy metal-ceramic crown. J Prosthet Dent 2000;83:314-318.

P

78. Padbury Jr A, Eber R, Wang HL. Interactions between the gingiva and the margin of restorations. J Clin Periodontol 2003;30:379–385.
79. Paul S, Pietrobon N. Aesthetic evolution of anterior maxillary crowns: A literature review.
80. Prince J, Donovan T E . The easthetic metal-ceramic margin : a comparison of techniques J Prosthet Dent 1983;50:183-92.
81. Prince J, Donovan TE, Presswood RG. The all porcelain margin for ceramo-metal restorations: a new concept. J Prosthet Dent 1983;50:793-789.

Q

82. Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: An in vitro evaluation. J Prosthet Dent 2004;92:250-257.

R

83. Rasmussen ST, Ngaji-Okumu W, Boenke K, O'Brien WJ. Optimum particle size distribution for reduced sintering shrinkage of a dental porcelain. Dent Mater 1997;13:43-50.
84. Richter-Snapp K , Aquilino SA , Svare CW, Turner KA. Change in marginal fit as related to margin design, alloy type, and porcelain proximity in porcelain-fused-to-metal restorations. J Prosthet Dent 1988 ; 60:436-439.
85. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th ed, Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri, 2006, p. 247-282,745-748,761-767.
86. Rosentritt M, Behr M, Kolbeck C, Handel G. Marginal integrity of CAD/CAM fixed partial dentures. Eur J Dent 2007;1:25-30.

S

87. Salem G, Guyer SE, Lefkowitz W, Molone WF. Margin design for esthetic posterior metal ceramic crowns. J Prosthet Dent 1988;60:418-424.

88. Salvo E, Visible light-cured shoulder porcelain application. J Prosthet Dent 1990;63:359-361.

89. Schneider DM , Levi MS, Mori DF: Porcelain shoulder adaptation using direct refractory dies . J PROSTHET DENT 1976;36: 583-587.

90. Schrader JA, Duke ES, Haney SJ, Herbold ET. Volumetric shrinkage of a porcelain suspended in wax technique. J Prosthet Dent 1986;55:302-304.

91. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Fundamental of Fixed Prosthodontics. 3rd ed, Quintessence Publishing, Carol Stream, IL, 1997, p.433,461.

92. Shiratsuchi H, Komine F, Kakehasi Y, Matsumura H. Influence of finish line design on marginal adaptation of electroformed metal-ceramic crowns. J Prosthet Dent 2006;95:237-242.

93. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. J Prosthet Dent 1990;64:18-24.

94. Sozio RB, Riley EJ. A precision ceramic-metal restoration with a facial butted margin. J Prosthet Dent 1977;37:517-521.

95. Strating H, Pameijer CH, Gildenhuys RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part I. J Prosthet Dent 1981;46:59-65.

96. Stein RS: Periodontal dictates for esthetic ceramometal crowns. J Am Dent Assoc 1987;115:63E-73E.

97. Suárez, MJ, Villaumbrosia PG, Pradíes G, Lozano JF. Comparison of the marginal fit of procera allCeram crowns with two finish lines. Int J Prosthodont 2003;16:229–232.

98. Suliman F,Chai J , Jamson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-ceram, IPS Empress and Porcera crowns. Int J Prosthodont 1997; 10: 478-484.

T

99. Taylor M J, Lynch E. Marginal adaptation. J Dent 1993;21:265-273.

100. Tholey MJ. Product Information VMK95. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Sackingen, July, 2006.

101. Tholey MJ. Product Information VitaVM13. VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Sackingen, September, 2008.

102. Toogood GD, Archibald JF. Technique for establishing porcelain margins. J Prosthet Dent 1978;40:464-466.

V

103. Vahidi F, Egloff ET, Panno FV. Evaluation of marginal adaptation of all - ceramic crowns and metal ceramic crowns. J prosthet Dent 1991;66:426-431.

104. Van Noort R. Introduction to dental materials. 2nd ed, Elsevier Health Sciences, 2002, p. 231-235.

105. Van Rensburg F, Strating H. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part II. J Prosthet Dent;1984;52:210-214.

106. Varyonis P. A simplified approach to the complete porcelain margins. J Prosthet Dent 1979;42: 592.

W

107. Wanserski DJ, Sobcsak KP, Monaco JG, McGivney GP. An analysis of margin adaptation of all porcelain facial margin ceramometal crowns. J Prosthet Dent 1986;56:289-292.

108. West AJ, Goodcare CJ. Moore BK, Dykema RW. A comparison of four techniques for fabricating collarless metal-ceramic crowns. J Prosthet Dent 1985;54:636-642.

109. Wey M. Scientific Documentation IPS d.SIGN. Scientific Service, R&D Ivoclar, Schaan, Liechtenstein. February, 2003.

110. Weyns W, De Boever J. Radiographic assessment of the marginal fit of cast restorations. J Prosthet Dent 1984;51:485-489.

111. White SN, Yu Z, Tom J, Sangsurasak S. In vivo marginal adaptation of cast crowns luted with different cements. J Prosthet Dent 1995;74:25-32.

112. Wolfart S, Wegner SM, Al-Halabi A, Kern M. Clinical evaluation of marginal fit of a new experimental all-Ceramic system before and after cementation. Int J Prosthodont 2003;16:587–592.

Y

113. Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2003;90:459-464.

114. Yamamoto M. Color Atlas Basic Technique For Metal Ceramics: An Introduction To Ceramic Technique. Quintessence Publishing, Carol Stream, IL, 1990, p.97, 105.

Z

115. Zalkind M. A Labial porcelain butt-joint in ceramo-metal restorations. Quintessence Int 1984;2:149-151.

116. عجيب، غ . تأثير الأنواع المختلفة لإسمنت الإلصاق في الانطباق الحفافي للترميمات المصبوبة. رسالة ماجستير في التيجان والجسور – جامعة دمشق، 1999.

117. سايس، س. المواد السنية التعويضية. منشورات جامعة دمشق، 2003.

118. سنكري، م. دراسة تأثير ثخانة الحواف الخزفية وإسمنت الإلصاق على مقاومتها الميكانيكية في التيجان الخزفية المعدنية (دراسة مخبرية). رسالة ماجستير في التيجان والجسور، 2007.

الباب التاسع

الملحق

Appendix